

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS
CIÊNCIAS

LISANDRO BACELAR DA SILVA

RAZÃO E DIALÉTICA: UMA COMPREENSÃO DA EPISTEMOLOGIA
QUÍMICA BACHELARDIANA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A
EDUCAÇÃO

Salvador, BA
2022

SIBI/UFBA/Faculdade de Educação – Biblioteca Anísio Teixeira

Silva, Lisandro Bacelar da.

Razão e dialética [recurso eletrônico]: uma compreensão da epistemologia química bachelardiana e suas implicações para a educação / Lisandro Bacelar da Silva. - Dados eletrônicos. - 2022.

1 CD-ROM: il. ; 4 ¾ pol.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Moradillo.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Salvador, 2022.

Programa de Pós-Graduação em convênio com a Universidade Estadual de Feira de Santana.

1. Química - Filosofia. 2. Química - Estudo e ensino. 3. Razão. 4. Formação.
I. Moradillo, Edilson. II. Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDD 540.1 - 23. ed.

LISANDRO BACELAR DA SILVA

**RAZÃO E DIALÉTICA: UMA COMPREENSÃO DA EPISTEMOLOGIA
QUÍMICA BACHELARDIANA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A
EDUCAÇÃO**

Texto apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA/ UEFS.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Moradillo

Salvador, BA
2022

LISANDRO BACELAR DA SILVA

**RAZÃO E DIALÉTICA: UMA COMPREENSÃO DA EPISTEMOLOGIA
QUÍMICA BACHELARDIANA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A
EDUCAÇÃO**

Banca Examinadora

Edilson Moradillo

Doutor em Filosofia, História e Ensino de Ciências (UFBA/ UEFS)
Universidade Federal da Bahia

Gustavo Bertoche

Doutor em Filosofia (UERJ)
Universidade da Beira Interior (UBI)

Gabriel Kafure

Doutor em Filosofia (UFRN)
Instituto Federal do Sertão de Pernambuco (IFSertão- PE)

Fred Garay

Doutor em Filosofia, História e Ensino de Ciências (UFBA/UEFS)
Universidad Católica de la Colômbia

Letícia Pereira

Doutora em Filosofia, História e Ensino de Ciências (UFBA/ UEFS)
Universidade Federal da Bahia

Salvador, BA
2022

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre me fortalecer, no sentido de prosseguir em minha caminhada de Professor e Pesquisador.

À memória do Professor Doutor Nelson Rui Ribas Bejarano, meu orientador durante o percurso do Mestrado e dos primeiros semestres do Doutorado.

À memória da Professora Elyana Barbosa, pelo expressivo apoio, realizado desde a época do Mestrado, à construção de minha carreira de pesquisador da Epistemologia Bachelardiana.

Aos ilustres membros do Grupo Bachelard Brasil, especialmente aos docentes-pesquisadores Gustavo Bertoche e Gabriel Kafure, e ao colega e amigo David Velanes, pelas recomendações de leitura e pesquisa, que enriqueceram fortemente este trabalho.

Ao Amigo e Professor Orientador Edilson Moradillo: toda a Gratidão pelos diálogos, ensinamentos, apoio e confiança na relevância desse Trabalho para a Educação Química.

Aos Professores Marcos Antônio Ribeiro e Agustín Adúriz- Bravo, cujos trabalhos em Epistemologia, Filosofia da Química e Educação Química constituem-se em importantes referenciais deste.

Ao corpo docente do excelentíssimo curso de Licenciatura em Química da Universidade do Estado da Bahia, especialmente aos professores Abraão Félix da Penha, Bárbara Moreira, Rodnei Souza e Madson Godói, que, além de contribuírem enormemente para a minha formação acadêmica, muito me estimularam a caminhar como pesquisador em Educação Química, Filosofia da Química e Epistemologia bachelardiana.

À amada esposa, companheira amiga, Dulcinéa Silveira, cujo apoio, orações e amparo foram cruciais para o desenvolvimento e finalização desse trabalho.

Ao irmão Professor Alan Samyr Alves Gomes, que, em tempos sócio-políticos cinzentos, foi um dos responsáveis mais diretos pela reconstrução camusiana de minha motivação filosófico-existencial.

Ao meu Sobrinho Ivan Gabriel Bacelar Troncoso, energia vibrante que, com um sorriso, me ensina a persistir, a vencer.

À minha mãe Maria Bacelar, minha irmã Lígia Bacelar e ao meu tio Mário Rabelo Bacelar Neto, pelos inestimáveis apoios à minha carreira de professor e pesquisador.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu pai, o Poeta e Professor Ivan Bacellar Miranda da Silva, por ser muito mais que um excelente pai; por ser muito mais que um amigo sempre presente. Trata-se de um ser humano, que combinava a sensibilidade com a racionalidade de um modo tão peculiar; assim, mais do que ninguém, me propiciou desde criança um contato enriquecedor, humano, saudável com o mundo dos Livros, o que contribuiu enormemente para que o meu Amor pela Filosofia, Ciências, Artes pudesse ser alimentado, regado, construído ao longo da minha Infância e Vida. Mais uma vez, insiro aqui, como um eterno reconhecimento de incomensurável Amor e Gratidão, uma das mais belas e expressivas poesias já lidas por mim, extraída do seu livro, ainda não editado, “Mirante dos Aflitos”, que, indubitavelmente, sempre, e mais especialmente nesses últimos anos, forneceu-me forças para persistir, resistir, lutar e vencer. Ao ler e reler Exórdio, bachelardianamente, camusianamente, construo, invento, crio, induzo um processo poético- racional de objetivação do Real: o processo da Resistência, cuja etapa consequente é a Vitória!

EXÓRDIO

Se os címbalos por Sísifo
não cessam de soar
prosseguir por quê?

A Aflita Esperança,
os desígnios do Finito,
esboçam-se em Rito:
persistir, embora o Homem,
último fim, seja um mito.

Do passado pervaga um Pássaro
e ressoa no desvão do espaço
o Som de um clarim – resistir.

Conquanto não haja fruto,
Hoje ou num Futuro,
Resistir, Resistir!

*Meditando filosoficamente sobre cada noção, ver-se-ia também mais claramente o caráter polêmico da definição adotada, tudo o que esta definição distingue, delimita, recusa. Com a emergência das condições **dialéticas** de uma definição científica, compreende-se, no pormenor das noções, a Filosofia do Não.*

Gaston Bachelard

RESUMO

Inserindo-se na linha de pesquisa da Filosofia da Química "*Os clássicos da Filosofia e a Química*", este trabalho apresenta como tese principal a afirmação de que a Epistemologia química bachelardiana apresenta uma original estrutura dialética. Dialogando com a grande área da Educação Química, esta pesquisa também apresenta, como tese secundária, que do pensamento epistemológico de Bachelard importantes implicações para a Educação podem ser vislumbradas, notadamente no que remete a contribuições para a formação metaquímica e autonomia epistêmico-social dos diversos atores que integram aquela área. Assim, em primeiro lugar, contemplando, essencialmente, obras como *A Filosofia do Não*, *O Novo Espírito Científico*, *Materialismo Racional*, esboçamos reflexões sobre categorias centrais de sua Epistemologia, tais como Razão, Dialética e Númeno. Em seguida, concebendo-a no quadro de um original pensamento dialético, abordamos a sua Epistemologia Química, analisando como o filósofo perscruta as dimensões da práxis química. Reservamos também um breve espaço para discutirmos sua original interpretação do materialismo químico. Posteriormente, apresentamos algumas das formas pelas quais categorias de seu pensamento vêm sendo apropriadas por pesquisadores da Educação Química; em seguida, analisamos como a categoria Educação se apresenta em Bachelard, no quadro de sua Pedagogia da Razão, refletindo, especialmente, sobre a concepção bachelardiana de Formação. Por fim, à guisa de conclusão, reafirmamos a originalidade da dialética presente na epistemologia química bachelardiana, bem como, ofertando um elogio à Razão, destacamos as implicações pedagógicas de seu pensamento, notadamente no que remete à sua concepção epistemológica enaltecida da libertária, dinâmica e polêmica racionalidade humana. Vale ressaltar que as análises desenvolvidas neste trabalho foram fundamentalmente amparadas por categorias epistemológicas caras ao filósofo francês, como Dialética, Númeno, Razão, Racionalismo Aplicado, Real, Matéria, Materialismo, Construção, Objetivação, Trabalho, Retificações, Rupturas Epistemológicas, Perfis Epistemológicos, e Obstáculos Epistemológicos.

Palavras-chave: *Filosofia da Química, Dimensões da Práxis Química, Pedagogia da Razão, Educação Química.*

ABSTRACT

Inserting itself in the line of research of the Philosophy of Chemistry "The classics of Philosophy and Chemistry", this work presents as main thesis the assertion that bachelardian chemical epistemology presents an original dialectical structure. Dialoguing with the big area da Chemical Education, his research also presents, as a secondary thesis, that from Bachelard's epistemological thought important implications for Education can be glimpsed, notably in what refers to contributions to the metachemical formation and epistemic-social autonomy of the various actors that integrate that area. Then, firstly, contemplating works such as Philosophy of No, The New Scientific Spirit, Rational Materialism, we outline reflections on central categories of his Epistemology, such as Reason, Dialectics and Noumenon. Then, conceiving it within the framework of an original dialectical thought, we approach his Epistemology Chemistry, analyzing how the philosopher scrutinizes the dimensions of chemical praxis. Let us also briefly discuss his original interpretation of chemical materialism. Subsequently, we present some of the ways in which categories of his thinking have been appropriated by researchers in Chemical Education; then, we analyze how the category Education is presented in Bachelard, in the context of his Pedagogy of Reason, reflecting, especially, on the bachelardian conception of Formation and the relevance of the School Institution in this context. Finally, by way of conclusion, we reaffirm the originality of the dialectic present in bachelardian chemical epistemology, as well as, offering a praise to Reason, we highlight the pedagogical implications of his thought, notably in what refers to his exalting epistemological conception of the libertarian, dynamic and controversial human rationality. It is worth mentioning that the analyzes developed in this work were fundamentally supported by epistemological categories dear to the French philosopher, such as Dialectics, Noumenon, Reason, Applied Rationalism, Real, Matter, Materialism, Construction, Objectification, Work, Epistemological Openings, Rectifications, Epistemological Breaks, Profiles Epistemological and Epistemological Obstacles.

Keywords: *Philosophy of Chemistry, Dimensions of chemical praxis, Pedagogy of Reason, Chemical Education.*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
2. AS DIMENSÕES DA PRÁXIS QUÍMICA: UM DIÁLOGO ENTRE A FILOSOFIA DA QUÍMICA E A FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO QUÍMICA	16
2.1 UMA BREVE INTRODUÇÃO À FILOSOFIA DA QUÍMICA	16
2.1.1 A presença dos clássicos da filosofia na química e os conceitos da filosofia adaptados para a química	19
2.2 AS DIMENSÕES DA PRÁXIS QUÍMICA: ORIGENS, FUNDAMENTOS E RELEVÂNCIA PARA A FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO QUÍMICA	20
2.2.1 A filosofia da educação química	20
2.2.2 As origens da concepção de dimensões da práxis Química: os campos epistemológicos estruturantes	23
2.2.2.1 <i>Campo correspondência e racionalidade</i>	25
2.2.2.2 <i>Campo linguagem e representação</i>	27
2.2.2.3 <i>Campo intervenção e método</i>	30
2.2.2.4 <i>Campo contextos e valores</i>	31
2.2.2.5 <i>Campo evolução e juízo</i>	34
2.2.2.6 <i>Campo normatividade e recursão</i>	34
2.2.3 As dimensões da práxis química e suas tensões constitutivas	35
2.2.3.1 <i>Dimensão tácita</i>	37
2.2.3.2 <i>Dimensão fenomenotécnica</i>	38
2.2.3.3 <i>Dimensão classificatória</i>	40
2.2.3.4 <i>Dimensão diagramática</i>	42
2.2.3.5 <i>Dimensão processualista</i>	43
3. A DIALÉTICA EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA	45
4. A DIALÉTICA EPISTEMOLOGIA QUÍMICA BACHELARDIANA	68
4.1 AS DIMENSÕES DA PRÁXIS QUÍMICA E A DIALÉTICA EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA	68
4.2 O MATERIALISMO QUÍMICO BACHELARDIANO	85
5. EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA E EDUCAÇÃO	92
5.1 UM BREVE OLHAR SOBRE A PRESENÇA DA EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO QUÍMICA	92
5.2 A PEDAGOGIA DA RAZÃO: EDUCAÇÃO COMO FORMAÇÃO	96
6. CONCLUSÃO	108
REFERÊNCIAS	115

INTRODUÇÃO

Este trabalho nasce, em verdade, nos últimos semestres do Curso de Licenciatura em Química na Universidade do Estado da Bahia - Uneb, especificamente quando cursava a disciplina Oficina de Produção de Materiais Didáticos para o Ensino de Química. Neste momento, brotava o desejo de trazer alguma contribuição para reflexões acerca da práxis química, notadamente quando da sua operação com fenômenos químicos, reações químicas. Assim, chegamos a autores como Alice Lopes, e ao próprio Bachelard. Produzimos, à época da conclusão do curso, um vídeo didático sobre fenômenos químicos, buscando também mostrar como docentes e pesquisadores químicos se debruçavam sobre aqueles em sua práxis.

Mais adiante, já no seio do Mestrado nesse emérito Programa, entendemos que um trabalho mais específico que contemplasse a natureza da práxis química se impunha; para tanto, utilizando Bachelard como referencial teórico, elegemos investigar concepções de fenômenos, real e teoria de docentes formadores que lecionavam em cursos de licenciatura em Química e pós-graduandos que se dedicavam a estudos na grande área de Educação Química.

Entre o fim do Mestrado e o início do Doutorado, passamos a pensar mais detidamente sobre a epistemologia bachelardiana, sua apropriação pela Educação Química e pela Filosofia da Química, desenvolvendo um trabalho apresentado no Encontro Internacional de Filosofia da Química, da ISPC, em 2015, no Rio de Janeiro. Este trabalho começava a cotejar um entendimento de Bachelard como um autêntico filósofo da Química, ou pelo menos, um relevante precursor da Filosofia da Química.

Outrossim, vale a pena destacar que fora um momento muito importante em minha nascente carreira de pesquisador, uma vez que pude dialogar com muitos relevantes pesquisadores da Filosofia da Química e do Ensino de ciências, como Chamizo, Ruthemberg, Adúriz-Bravo, dentre outros. Percebíamos que a epistemologia bachelardiana passava a se constituir no meu principal objeto de pesquisa.

Desse modo, nosso percurso de pesquisa se enriqueceu muito a partir de interlocuções desenvolvidas com as Teses de Adúriz-Bravo (2001) e Ribeiro (2014). Assim, dialogando com as reflexões e discussões trazidas pela nascente Filosofia da Educação química, salientamos que, eixos conceituais como Campos teóricos

estruturantes da Epistemologia, dimensões da práxis química e suas tensões constitutivas, constituem-se em referenciais filosóficos deste trabalho. Ademais, entendemos que essas estruturas, constituídas por níveis sintático, filosófico e pedagógico, fundadas na práxis química, integram a química no conjunto de um saber epistemológico estritamente químico, e podem contribuir para que o campo da Educação química realize reflexões e articulações benéficas, tendo em vista o fortalecimento da formação metacientífica dos mais diversos atores que integram esta área.

Destarte, compreendemos que, no âmbito da dimensão metacientífica da Educação química, as problematizações necessitam de perspectivações químicas. Dessa forma, nossa tese parte de lacunas localizadas naquela dimensão, mais especificamente na ausência de um claro entendimento, por parte de setores da Educação química, de que se encontra, em Bachelard, uma epistemologia química, originalmente dialética.

Neste sentido, compreendemos que a Educação química merecia ter acesso a um trabalho que devidamente explicitasse o Bachelard epistemólogo da Química, bem como ofertar a esta comunidade uma análise do caráter original da dialética presente na epistemologia química bachelardiana, bem como uma compreensão do que o filósofo francês concebe como materialismo químico. Mais ainda, a grande área da Educação carecia, mais amplamente, de ter acesso a um trabalho que se dedicasse mais a explicitar as implicações do pensamento epistemológico bachelardiano para a Educação, notadamente encontrada no quadro de sua Pedagogia da razão, em que delega à Escola uma função originalmente revolucionária, do ponto de vista pedagógico-social.

Com efeito, Bachelard é uma referência importante na literatura em educação química (LOPES, 1994, 1996, 1997, 2002, 2007; PARENTES, 1990; LOBO, 2003, 2004; 2006; 2007). Não obstante, lacunas podem ser vislumbradas no seio da mesma, mais especialmente quando se identifica que obras estritamente situadas no âmbito de uma epistemologia química, como *O pluralismo coerente da química contemporânea* e *O materialismo racional*, tiveram pouca repercussão no contexto da Educação química, mais especificamente no que remete à formação epistemológica de professores de Química.

Dessa forma, em conexão com a linha de pesquisa da Filosofia da Química “Os Clássicos da Filosofia e a Química”, afirmamos, como tese fundante deste

trabalho, que, do pensamento bachelardiano, depreende-se uma original, porquanto dialética, epistemologia química. Ademais, defendemos, como tese secundária, que implicações pedagógicas relevantes para a autonomia epistêmico-social dos diversos atores que constituem o contexto da Educação científica podem ser extraídas do pensamento epistemológico de Bachelard.

Outrossim, ao apresentarmos a epistemologia química do filósofo francês, objetivamos, fundamentalmente, analisar e compreender como as dimensões da práxis química são contempladas pelo originalmente dialético pensamento bachelardiano. Além disso, também apresentamos sua original concepção do materialismo químico. Para tanto, debruçando-nos sobre obras epistemologicamente relevantes como *A Filosofia do Não*, *O Novo Espírito Científico* e *o Materialismo Racional*, principalmente, esboçamos reflexões sobre importantes categorias constitutivas de sua epistemologia dialética, tais quais razão, númeno, abertura epistemológica, retificações, racionalismo aplicado, notadamente.

Destarte, reiteramos que esta pesquisa também se dedica à discussão a respeito da forma pela qual a categoria Educação se apresenta em Bachelard, amalgamada à sua concepção de Formação e ao modo como o filósofo concebe a Instituição escolar. Mais ainda, neste trabalho apontamos a histórica relevância da epistemologia bachelardiana para a Educação química, a partir do destaque que categorias como perfis epistemológicos, rupturas epistemológicas, formação, pesquisa vêm recebendo por parte de alguns pesquisadores da área.

Ademais, ressaltamos que as análises desenvolvidas neste trabalho foram fundamentalmente subsidiadas por categorias caras ao filósofo francês, como razão, dialética, retificações, rupturas epistemológicas, racionalismo, real, matéria, materialismo, construção, objetivação, trabalho, perfis epistemológicos, e obstáculos epistemológicos.

Neste sentido, salientamos também que, neste trabalho, utilizamo-nos de uma metodologia de pesquisa qualitativa, assumindo que o interesse da investigação reside mais na construção de uma análise e descrição do processo estudado como um todo, do que nos seus meros produtos (BOGDAN; BIKLEN, 1994; LUDKE; ANDRÉ, 1986; BARDIN, 1977).

Contudo, vale a pena apontar aqui que a compreensão teórico-metodológica acerca da categoria qualitativo que guia este trabalho apresenta suas peculiaridades, uma vez que imbricada à própria concepção bachelardiana de qualidade, qualitativo.

Desse modo, cremos que uma breve reflexão sobre a dimensão do qualitativo em Bachelard (1978a; 2004) se faz necessária aqui.

Com efeito, na célebre obra *O ensaio sobre o conhecimento aproximado*, o filósofo mostra que a ciência contemporânea inaugura uma nova era, um novo tempo: o tempo da segunda aproximação, em que uma total retificação de princípios, perspectivas, técnicas e métodos é levada a cabo. A partir do início do século XX, os instrumentos e as teorias complexificam-se de tal sorte que se pode afirmar que a racionalidade científica se eleva a alturas inimagináveis. (BULCÃO, 2009).

Mas qual seria então, para o filósofo francês, o objeto desse conhecimento científico de segunda aproximação? Um constructo, uma fenomenotecnia operada pela razão em que a teoria e a técnica dialogam incessantemente. E qual o lugar outorgado à categoria qualidade no contexto desse novo espírito científico? Na esteira dessa resposta, Bulcão (2009, p.87-88), buscando aprofundar a compreensão do significado de qualidade em Bachelard, esclarece que

enquanto no cartesianismo e em Bergson a qualidade era aquilo que se apreendia pelos sentidos, em Bachelard a qualidade é determinada por um conjunto de etapas que lhe conferem objetividade... Em lugar de procurar conhecer os fenômenos ou as substâncias, a ciência de hoje se prende à relação entre eles. A substância química, por exemplo, é uma ordenação de propriedades qualitativas, o que leva a um primado da qualidade sobre a substância, da relação sobre o ser. Os aspectos qualitativos não são apreendidos imediatamente, são alcançados através de racionalizações e técnicas específicas. Dessa forma, a qualidade se torna mais precisa que a quantidade.

Entendida como uma noção mediata na medida em que é conquistada através de etapas técnico-rationais, dentro de um processo de objetivação do real, a qualidade não pode deixar de apresentar um sentido simultaneamente abstrato e concreto. Nesse sentido, o conhecimento científico contemporâneo, compreendido a partir do referencial bachelardiano, se constitui em um saber qualitativo, e por conseguinte, aproximado, uma vez que “a impossibilidade de a qualidade ser plenamente objetivada faz com que a ciência atual das relações se conduza por aproximações sucessivas, nunca atingindo plenamente o real.” (BULCÃO, 2009, p.88-89).

Tendo em conta todo esse sentido próprio que a categoria qualitativa assume em Bachelard, ressaltamos que também a objetividade carece de ser conquistada, uma vez que é através de racionalizações e técnicas que o conhecimento encontra sua coerência. Nesse sentido, o objeto científico não pode aparecer de imediato; a objetividade constitui-se em um processo de

objetivação, devendo ser constantemente reconquistada. (BARBOSA; BULCÃO, 2004, p.39).

Destarte, após essas clarificações acerca do que se entende por qualitativo nesta pesquisa, reafirmamos, como tese principal deste trabalho a afirmação seguinte, qual seja: a epistemologia química bachelardiana apresenta uma original estrutura dialética.

Ademais, desenvolvemos também, nesta pesquisa, em caráter secundário, a seguinte tese: do pensamento epistemológico de Bachelard importantes implicações para a Educação podem ser vislumbradas, notadamente no que remete a contribuições para a formação metaquímica e autonomia epistêmico-social dos diversos atores que integram aquela área.

Assim, elegemos as seguintes perguntas de pesquisa como questões orientadoras de nossa tese principal: em que medida se depreende do pensamento bachelardiano uma dialética epistemologia química? Por que a metaquímica bachelardiana pode ser concebida como originalmente dialética? De que modo são contempladas as dimensões da práxis química na obra bachelardiana?

E, como suporte à nossa tese secundária, advêm as seguintes perguntas: que implicações pedagógicas são geradas do pensamento epistemológico de Bachelard? Por que a concepção bachelardiana de Formação, situada no quadro de sua Pedagogia da razão, pode constituir-se em inestimável contributo para a área de Educação científica?

Desse modo, objetivando responder a estas perguntas, organizamos este trabalho sob a seguinte sequência. O capítulo que se segue à Introdução apresenta a categoria dimensões da práxis química, situando-a no quadro das interlocuções entre Filosofia da Química, Educação Química e a nascente Filosofia da Educação Química. Este capítulo encontra-se dividido em dois subitens. O primeiro subitem descreve os principais programas de pesquisa desenvolvidos pela Filosofia da Química, desde suas origens como campo autônomo até os dias atuais; também explicita a localização desse trabalho como parte integrante da linha de pesquisa “Os Clássicos da Filosofia e a Química”. Já o segundo subitem apresenta, de modo resumido, uma caracterização da nascente Filosofia da Educação Química e suas preocupações epistemológico-pedagógicas. Destarte, neste mesmo segundo item, descrevemos as origens, – que remetem à concepção agustiniana de campos teóricos estruturantes da epistemologia – elementos, fundamentos e tensões

constitutivas da categoria dimensões da práxis química, elaborada por Ribeiro (2014), bem como a relevância que assume para a Filosofia da Educação Química.

No terceiro capítulo, exploramos reflexões sobre a Epistemologia de Bachelard, buscando explicitar, notadamente, o seu eminente caráter dialético, em toda a sua originalidade. Desse modo, analisamos como o filósofo perscrutou o novo espírito científico sob as lentes de sua dialética Filosofia do Não. Para tanto, nos utilizamos, mais detidamente, de categorias como razão, racionalismo aplicado, númeno, retificações, aberturas epistemológicas, dentre outras, dada a relevância epistemológica que as mesmas detêm no pensamento de Bachelard.

Em seguida, no quarto capítulo, também dividido em dois subitens, apresentamos uma compreensão da epistemologia química de Bachelard, destacando o seu caráter originalmente dialético, a partir de dois quadros temáticos relevantes para uma devida apreciação da mesma: primeiramente, as dimensões da práxis química; logo após, o materialismo químico.

O quinto capítulo foi dedicado à promoção de diálogos entre a obra epistemológica bachelardiana e a esfera da Educação, notadamente a Educação química. Para tanto, primeiramente, analisamos como temas tão caros à Filosofia de Bachelard foram apropriados nas pesquisas de educadores químicos importantes; em seguida, apresentamos implicações do pensamento bachelardiano para a Educação, a partir do que o próprio filósofo denominara como Pedagogia da razão. Assim, esboçamos reflexões sobre a forma como o filósofo concebe a categoria Educação e sua articulação com a concepção mais ampla de Formação Humana.

Por fim, no sexto e último capítulo, à guisa de conclusão, reafirmamos a originalidade da dialética presente na epistemologia química bachelardiana, bem como, ofertando um elogio à Razão, destacamos as implicações pedagógicas de seu pensamento, notadamente no que remete à sua concepção epistemológica enaltecida da libertária, aberta, dinâmica e polêmica racionalidade humana.

2. AS DIMENSÕES DA PRÁXIS QUÍMICA: UM DIÁLOGO ENTRE A FILOSOFIA DA QUÍMICA E A FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO QUÍMICA

2.1 UMA BREVE INTRODUÇÃO À FILOSOFIA DA QUÍMICA

Historicamente, a Filosofia das Ciências do Século XX, especialmente aquela de tradição anglo-saxã, praticamente ignorou os problemas filosóficos da Química. Comte, Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend, consideraram a Física como emérito modelo de ciência natural no âmbito das reflexões da Filosofia das Ciências. Acerca disso, Ribeiro (2014, p. 38) compreende ser “estranho o pouco diálogo entre químicos e filósofos durante o século XX, bem como é estranho que tão poucos químicos se preocupem em refletir sobre sua própria disciplina.” Já Tomasi (1999) entende que estes comportamentos estão relacionados ao confinamento da química nestes dois últimos séculos, em uma estrutura metodológica extremamente útil e eficiente.

Desde o final da década de 1980, grupos constituídos por químicos, filósofos e historiadores trabalhavam regularmente nos EUA e em diversos países europeus como parte de um processo de afirmação da Filosofia da Química como campo legítimo de investigação filosófica (LABARCA; BEJARANO; EICHLER, 2013). No início da década de 1990, realizam-se debates sobre problemas conceituais da química. Assim, marcando o estabelecimento social da filosofia da química em 1994, foram realizados encontros internacionais em Londres, Lague, Marbug e em Roma (VAN BRAKEL, 1999). Em 1997, a revista de Filosofia das Ciências *Synthese*, registra o nascimento da Filosofia da Química como uma subdisciplina da Filosofia das Ciências; também é estabelecida, neste ano, a *International Society for the Philosophy of Chemistry*, um marco importante da consolidação da Filosofia da Química, já com 145 membros em 28 países.

Outrossim, a literatura em filosofia da química rapidamente cresceu e incorporou uma linguagem especializada sobre variados temas específicos e com forte interação não somente com os problemas tradicionais da filosofia da ciência, mas também com a filosofia geral, filosofia social, tecnologia, filosofia da linguagem, semiótica e literatura. Em 2007, a Filosofia da Química já contava com dois jornais específicos, a revista *Hyle* e *Foundations of Chemistry*.

Nesse sentido, cumpre ressaltar que os temas do reducionismo e negligenciamento epistemológico foram muito importantes nos primeiros anos da

Filosofia da Química (SCHUMMER, 2006), uma vez que centrais na compreensão da marginalidade da química no século XX e na sua constituição como ciência autônoma. Ademais, mesmo hoje, com o campo da Filosofia da Química plenamente estabelecido, as discussões em torno do denominado “problema da redução” – associadas a considerações que remetem a um entendimento da Física como ciência “fundamental”, cujo conhecimento representaria a essência da realidade, restando à Química o papel de disciplina meramente “fenomenológica” na medida em que apenas descreveria a realidade tal como se apresenta – constituem a temática de maior maturidade nesta área.

Não obstante, problemas ligados ao conceito de estrutura molecular, orbital atômico, ligação química e aos fundamentos da tabela periódica vêm conquistando cada vez maior relevância no seio da Filosofia da Química (LABARCA; BEJARANO; EICHLER, 2013). Por outro lado, vêm se constatando o fortalecimento de algumas linhas de pesquisa já empreendidas nos primórdios da Filosofia da Química, dedicadas a reflexões sobre os seguintes eixos temáticos e questões: ontologia da química e o problema dos tipos naturais; sistema de classificação, tabela periódica e a periodicidade química, propriedades materiais e organizações das redes de relações; conceituação, representação e modelos, dualidade e circularidade dos conceitos (HARRÉ, 2005; SCHUMMER, 2006; GOODWIN, 2010).

Destarte, outros relevantes eixos de pesquisa vêm, na atualidade, contemplando eixos temáticos como: a instrumentação na química, análise da objetividade e reprodutibilidade das medidas em química; linguagem causal, metáforas e representação e no significado das técnicas instrumentais; pluralismo metodológico; conceitos de estrutura molecular, orbital atômico, ligação química; pluralismo ontológico; razão prática; classificações; semiótica; modelos; filosofia dos instrumentos; diagramaticidade; reducionismo; mereologia; leis químicas; estilos de pensamento; estética química; ética química. (LABARCA; BEJARANO; EICHLER, 2013).

Outrossim, um dos filósofos da Química mais ecléticos, Schummer (2006), constitui-se num dos estruturadores desse novo campo disciplinar, o da Filosofia da Química, buscando, em suas pesquisas, captar a essência da prática química, trabalhando com temáticas da ética e química, a prática química, estética e os modelos em química, visualização. Cumpre destacar que este pesquisador desenvolve uma filosofia da química com categorias próximas às contempladas por

Bachelard, como empirismo ativo, sistema relacional, estruturalismo linguístico, sistema de classificação.

Por outro lado, os trabalhos do pesquisador Scerri (2001) contemplam bastante a tabela periódica, periodicidade química, conceitos, métodos, leis, teorias e modelos, periodicidade e educação química, buscando também construir uma filosofia da classificação. Ademais, cumpre destacar que *The periodic table: history and its significations* (SCERRI, 2007) fora o livro mais traduzido de filosofia da química.

Destarte, Earley (2004) desenvolve uma filosofia de processos em química, elaborando uma nova ideia de natureza em química, enquanto o pesquisador Laszlo tem como foco principal a linguagem química. Notadamente, Bensaude-Vincent (2009, 2005), defendendo a Química como ciência transgressora, trabalha com a história da química, buscando caracterizar o estilo químico de pensamento dialogando bastante com a epistemologia bachelardiana. Hoffmann (1993), apontando para a necessidade de desenvolvimento de uma filosofia de processos em Química, também se dedica a reflexões acerca do estilo de pensamento químico, além de contemplar temas como a natureza química, estética química e modos de representação químico.

Por sua vez, Harré (2005), em seus estudos, defende a mereologia como a gramática da química. Vihalemm (2003) busca compreender a imagem científica da química, dedicando-se ao estudo da natureza das leis químicas, ao passo que Needham (1996) desenvolve uma ontologia macroscópica para a química e Rothbart (1994) dedica-se a trabalhos que envolvem a temática da instrumentação química. No contexto latino-americano, destacam-se os trabalhos de Restrepo com a fundamentação matemática da tabela periódica, e os de Chamizo (2012), em que coteja a Química como uma Tecnociência.

Ademais, vale salientar, a respeito das linhas de pesquisa em Filosofia da Química, que, contemporaneamente, grande parte desta contempla questões ontológicas, como os da metafísica das entidades, a materialidade dos objetos da química, refletindo sobre temas como: a dimensão polissêmica da Química; a especificidade do realismo químico; a função da teoria em Química (BENSAUDE-VINCENT, 2005, 2009; GOODWIN, 2010; SCHUMMER, 2006; HARRÉ, 2005; EARLEY, 2004).

Outrossim, muitas pesquisas tendo como tema a linguagem química têm sido desenvolvidas (SCHUMMER, 2006; GOODWIN, 2008, 2010), principalmente no que

diz respeito a questões semióticas, diagramáticas, modelos, explicação estrutural, dualidade conceitual. Com efeito, a Filosofia da Química entende a química como uma ciência fortemente inscrita em esquemas classificatórios, pensamentos diagramáticos, simbólicos, processuais, heurísticos, caracterizados pela razão prática, ao mesmo tempo em que, influenciada por valores estéticos, tem na criação, inovação e na dependência dos instrumentos e técnicas elementos que a complexificam intensamente.

Vale ressaltar que, cada vez mais, programas de pesquisa como diálogos entre os clássicos da Filosofia e a Química e Conceitos da Filosofia adaptados à Química vêm se desenvolvendo (VAN BRAKEL, 2006; RUTHEMBERG, 2009).

2.1.1 A presença dos clássicos da filosofia na química e os conceitos da filosofia adaptados para a química

A linha de pesquisa A presença dos clássicos da Filosofia na Química busca revisitar os clássicos e identificar estudos que realizaram sobre relações a Química, sua práxis e pensamento. São diversas as aproximações que vêm sendo feitas como diferentes filósofos como: Rousseau, Kant, Aristóteles, Platão, Peirce, Paneth, Polanyi, Leibniz, Whitehead, Hegel, Duhem, Meyerson, Bachelard (RIBEIRO, SILVA, BEJARANO, 2014).

Notadamente, um dos clássicos mais importantes que tem sido retomado é Kant. Neste sentido, Rutenberg (2009) discute a epistemologia dualista construída por Kant. Já Aristóteles tem sido estudado principalmente por Needham (1996), em seu objetivo de construir uma Ontologia da Química. Outrossim, em suas pesquisas, Seibert (2001) reflete sobre a influência do pensamento químico na Semiótica de Peirce. Já Restrepo e Villaveces (2012) buscam aproximações entre o sistema químico e o sistema filosófico de Leibniz, enquanto Van Brakel (1999) analisa a presença de categorias químicas na Filosofia Natural de Hegel.

Por outro lado, Earley (2006, 2011), propondo o realismo estrutural processual como Ontologia da Química, tem aproximado a química da filosofia de Leibniz e Whitehead, no que remete a questões ontológicas ligadas ao binômio substância x atributos. Destacadamente, Bensaude-Vincent (2005) dedica-se a estudos sobre os impactos da Ciência Química sobre a tradição filosófica francesa, notadamente sobre os estudos de Duhem, Meyerson, Comte e Bachelard. Por fim, Nordmann (2006) coteja a obra bachelardiana, em seus estudos sobre a Metaquímica.

Destarte, um outro programa de pesquisa da filosofia da química que vem se desenvolvendo fortemente nos últimos anos é o dedicado a estudos que abrangem a temática Conceitos da Filosofia adaptados para a Química. Assim, são perscrutados conceitos eminentemente filosóficos como lei, modelo, previsão, explicação, tipos naturais, substância e processos, construção de modelos e classificações, o papel dos instrumentos na pesquisa, métodos de pesquisa e sentido da exploração do novo, relações entre ciência e tecnologia, realismo científico e ética. Ao mesmo tempo, tal programa analisa conceitos eminentemente químicos como: elemento, substância pura, espécies químicas, compostos, afinidade, reação química, átomo, estrutura molecular e aromaticidade.

Ressalte-se que, no tocante à categoria teoria, algumas pesquisas neste campo buscam distinguir a função da teoria no contexto epistemológico da Física do contexto químico, por exemplo, teorias químicas. Não obstante esse debate ter se iniciado por Caldin (1961) antes da constituição oficial da Filosofia da Química, vem sendo retomado por Bensaude Vincent (2009). Desse modo, são desenvolvidas reflexões sobre relações entre conceitos, teorias e modelos químicos, entendidos no âmbito de como narrativas, ferramentas de intervenção no real, ícones representacionais.

2.2 AS DIMENSÕES DA PRÁXIS QUÍMICA: ORIGENS, FUNDAMENTOS E RELEVÂNCIA PARA A FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO QUÍMICA

2.2.1 A filosofia da educação química

Ribeiro (2014), analisando os modos pelos quais a dimensão curricular vem sendo contemplada pela Educação Química, ao mesmo tempo que ressalta o negligenciamento que aquela oferta às reflexões desenvolvidas acerca da especificidade epistemológica da Química pela Filosofia da Química, aponta para a necessidade de se construir um currículo de Licenciatura em Química que leve em conta a identidade plural desta ciência. Nesse sentido, algumas lacunas podem ser evidenciadas, tais como as que derivam da falta de clareza de identidade disciplinar, o que dificulta o estabelecimento de critérios racionais de seleção e organização de conteúdo, como também a reflexão sobre as finalidades educativas e a organização do conhecimento escolar.

Ademais, outros problemas presentes na dimensão curricular da Educação Química relacionam-se com a supervalorização que os currículos ofertam a conceitos

epistêmicos tradicionais, fornecendo-se prioridade às ideias de leis e teorias, próprias de uma ciência exclusivamente nomotética, subvalorizando a identidade também ideográfica da Química, para a qual, epistemologicamente, eixos conceituais como modelo e outros padrões de racionalidade, tais quais a analogia e a abdução, são bastante relevantes. (RIBEIRO, 2014).

Destarte, outras questões salientadas por Ribeiro (2014) remetem ao fato da presença de ambiguidades e obstáculos na compreensão da base conceitual desta ciência, – na medida em que a química conecta-se ontologicamente a categorias como o substancialismo e o processualismo. Por outro lado, outra ordem de dificuldades surge devido a pouca problematização do campo de valores científicos, o que influencia os eixos reguladores do currículo e a prática pedagógica, na medida em que interfere no critério de seleção e organização de conteúdo.

Outrossim, a Química, não obstante filosoficamente inscrita e fundamentada em uma pluralidade constitutiva, ontológica, epistemológica, metodológica e axiológica, ainda não teve contemplada pela educação química seu pluralismo fundante (RIBEIRO; COSTA PEREIRA, 2012). Dessa forma, permanecem desenvolvendo-se ideologias implícitas e irrefletidas, como o reducionismo, endogenia, produtivismo e desenvolvimentismo, entre os atores desta área, uma vez que não se é explicitado o pluralismo epistemológico químico nas práxis pedagógicas.

Essas dificuldades cristalizaram-se na forma de ideologias, principalmente no reducionismo, endogenia, produtivismo, desenvolvimentismo. A compreensão curricular da química é como de uma ciência, cuja prática é focada em aspectos tecnológicos. Isso leva ao utilitarismo e desenvolvimentismo como ideologias pouco refletidas... Isso faz negligenciar o carácter pluralista, inexato, aproximativo e diagramático da química, ou seja, seu carácter inovador e criativo, e faz o ensino ser altamente conservador, mecânico e algorítmico. Como consequência disso, o pluralismo químico é transmitido implicitamente (RIBEIRO, 2014, pp 281-282).

Desse modo, tendo em vista a formulação de um currículo que objetive a formação epistêmica de docentes aptos a articular a Química, faz-se premente, segundo Ribeiro (2014) não apenas enfrentar os obstáculos à reflexão em química, mas pensar e incorporar à dimensão curricular as especificidades ontológicas, epistemológicas, éticas e sociológicas da Química. Com efeito, há a premente necessidade curricular e pedagógica de investigação da especificidade disciplinar da química e dos modos de sua integração no currículo. Ressaltando essa necessidade, Ribeiro (2014, p.24) entende que,

a filosofia da química, ao explicitar campos de problemas característicos da epistemologia, ontologia e axiologia da química, especificando os elementos característicos de sua práxis, pode e deve servir como um dos elementos fundantes das decisões curriculares e didáticas do ensino de química, contribuindo, assim, com uma gramática forte para o seu aparelho pedagógico, principalmente nos currículos de formação de professores. Além disso, {...} elementos característicos da práxis química podem orientar e fundamentar uma práxis pedagógica e curricular nos cursos de formação inicial de professores.

Neste sentido, amparada na especificidade epistemológica da Educação química, vem se desenvolvendo a Filosofia da Educação Química, assumindo já no seu nascedouro o entendimento que a elaboração de articulações didáticas-curriculares à luz da práxis química são essenciais, uma vez que ofertam contributos aos níveis linguístico, epistemológico e ético, ao extrapolar o discurso da educação química para além dos conteúdos disciplinares. Ademais, tais articulações objetivam a formação de um profissional verdadeiramente autônomo do ponto de vista epistêmico-social, capaz de integrar a práxis de ensino-pesquisa em uma dimensão humana ampliada. (SJÖSTRÖM, 2007; ERDURAN, 2001; ERDURAN *et al*, 2007).

Destarte, a Filosofia da Educação Química vem em resposta a fundamentos, finalidades, modos e abordagens de ensino de química, na medida em que, inserindo um nível filosófico reflexivo estritamente químico nos conteúdos de ensino, pode permitir relevantes diálogos entre a práxis química contemporânea e o processo de ensino, contribuindo, assim, para o desenvolvimento de competências científicas, pedagógicas e reflexivas (RIBEIRO, 2014).

Outrossim, reiteramos, junto com Ribeiro (2014), a necessidade de assumir, descrever e integrar os diversos pluralismos constitutivos da Química, no âmbito da dimensão curricular, para que se possa também ensiná-lo.

Talvez a maior dificuldade em pensar a química deva-se ao fato de ela não constituir um corpo disciplinar homogêneo e, como ciência central que é, estar inscrita em mais do que um registro filosófico, o que acarreta a mobilização de diversos estilos cognitivos e de estilos de aprendizagem e modos de ensino diferentes. Este fato, aparentemente incontroverso está ainda muito pouco investigado. Não assumir este pluralismo constitutivo, não o descrever e determiná-lo, dificulta pensá-lo e por consequência ensiná-lo, isto porque faz com que o currículo, a pesquisa e o ensino sejam socializados em boa parte por códigos de natureza tácita ou implícita. Assim, se tencionarmos melhorar o ensino de química é necessário primeiro assumir explicitamente este pluralismo constitutivo, depois cartografá-lo na busca de eixos orientadores: primeiro do pensamento, depois do currículo e finalmente do ensino de tal sorte que o ensino seja o mais próximo possível da forma química de operar, de pensar. (RIBEIRO; COSTA PEREIRA, 2012, [não paginado]).

A partir dos diálogos com a Filosofia da Química, a emergente Filosofia da Educação Química compreende a Química, fundada em seus diversos pluralismos, como uma ciência intercultural, interventiva, contextual, relacional e histórica. Dessa forma, Ribeiro (2014) propõe, no seio dos cursos de formação de docentes de Química, a construção de currículos que, fundamentados na especificidade epistemológica da práxis química, contemplem seus diversos pluralismos, devidamente articulando-os nas esferas disciplinares, pedagógicas e filosóficas.

Ademais, entendemos que há no centro da Química uma categoria fundante, pertencente à domínios filosófico-sociológicos, cujas discussões em torno do tema da dimensão curricular não podem ignorar: o trabalho. Este caracteriza, do ponto de vista ontológico, a Ciência química, na medida em que seus objetivos se relacionam com a própria necessidade de controle dos processos de sobrevivência humanas: assim, elementos de economia, relação com a sociedade e a cultura capitalista devem integrar um currículo de cursos de Licenciatura em Química, seguramente. Desse modo, defendemos que pensar na constituição de uma Sociologia da Química deve ser objeto de reflexão por parte dos atores da comunidade de Educação química.

Enfim, salientamos que, num nível estritamente epistemológico-pedagógico, ser essencial que os docentes formadores, quando imersos em suas práxis, se mantenham num estado de vigilância tal que lhes permita compreender e ultrapassar tanto os obstáculos epistemológicos inerentes ao seu próprio conhecimento científico como os obstáculos pedagógicos que envolvem as dificuldades que muitos estudantes apresentam na aprendizagem de conteúdos científicos: assim, torna-se importante para a formação do professor, como ressalta a Filosofia da Educação Química, a reflexão e a apreensão da concepção de conhecimento científico que fundamenta a sua prática científica. (SILVA, 2014; FONSECA, 2008; CACHAPUZ, 2003; LOPES, 1996).

2.2.2 As origens da concepção de dimensões da práxis Química: os campos epistemológicos estruturantes

Adúriz-Bravo (2001, p.151), norteado pela pergunta de pesquisa orientadora de sua tese de Doutorado, “Dada a importância das metaciências na educação científica, qual é a sua natureza e como integrá-la no currículo de formação de professores?” desenvolve a noção de campos teóricos estruturantes da Epistemologia. Ao todo, estes são seis conjuntos de ideias estruturantes, coerentes,

de formação conceitual binária, densamente ligadas por meio de sua afinidade temática, que ao outorgarem identidade a uma disciplina acadêmica, contribuem para a organização da epistemologia necessária ao ensino de ciências. (ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

Com efeito, as ideias estruturantes podem ser compreendidas como conceitos disciplinares de altíssimo nível de generalidade e inclusividade, ao mesmo tempo em que se constituem como elementos transversais entre o conhecimento científico e escolar; ou seja, eixos diretores de organização sintático-curricular de uma área de conhecimento. Assim, objetivam garantir, no âmbito da dimensão curricular, a seleção de ideias metateóricas diretamente vinculadas à melhora da educação científica, oportunizando ao professor um norteamento epistemológico da sua prática pedagógica, na medida em que pode se amparar num modelo epistemológico bem fundamentado (ADÚRIZ-BRAVO, 2001). Ademais, trata-se de uma ferramenta de finalidades analítico-didáticas, em que os campos

permitem ao professorado de ciências fazer uma avaliação teoricamente fundamentada das propostas mais adequadas para a necessidade didáticas específicas e também contribuem para que sejam geradas iniciativas originais de formação epistemológica do professor, à medida em que sua práxis se instrumentaliza através de ideias epistemológicas fundamentais e facilitadoras de sua transposição didática. (ADURIZ- BRAVO, 2001, p.145).

Outrossim, amparado numa epistemológica análise estrutural, que leva em consideração uma concepção de epistemologia centrada em seus problemas e modelos, em sintonia com alinhamentos atuais da Didática das Ciências e na seleção de tópicos epistemológicos valiosos para a mesma, Adúriz- Bravo (2001) desenvolveu a categoria campos teóricos estruturantes da Epistemologia. Segundo o autor, análises derivadas da aplicação dos mesmos podem ser relevantes em dois níveis complementares, na medida em que, no contexto da Educação de ciências, ajudam na formulação de futuras propostas curriculares de formação epistemológica inicial e continuada dos docentes de ciências, bem como podem contribuir nas tomadas de decisões didáticas de docentes, no seio da sua práxis.

Destarte, pode-se definir campos como conjuntos de ideias estruturantes densamente ligadas por meio de uma formulação conceitual binária e de suas afinidades temáticas, que outorgam identidade a uma disciplina acadêmica, possuindo interesse direcional de serem usadas em finalidades classificatórias, no sentido de, por exemplo, discriminar propostas de ensino de uma disciplina.

Desse modo, depreende-se dessa definição, a importância da formulação conceitual binária para o conceito de campo: ou seja, os campos são melhor compreendidos através de um par de conceitos estruturantes – substantivos abstratos de alto nível de generalidade – que se interceptam. Com efeito, a utilidade do conceito de ideia estruturante reside no fato de, por se tratar de conceitos disciplinares de alto nível de generalidade e inclusividade, atravessam disciplinas eruditas e escolares, constituindo-se em eixos diretores das organizações curriculares profundas sintéticas e curriculares de uma área de conhecimento. Aqui encontra-se, como salienta Adúriz-Bravo (2001), uma forte inspiração bachelardiana.

Ademais, cumpre destacar que, por meio do modelo de campos teóricos estruturantes, Adúriz-Bravo (2008) descreve quatro dimensões da ciência: a dimensão gnosiológica, remete à estrutura do conhecimento da disciplina; a dimensão praxeológica, se refere à produção e ao uso da aplicação desse conhecimento; a dimensão axiológica, por sua vez, conecta-se aos valores implicados tanto no processo como no produto da investigação; por fim, a dimensão retórica, contempla a linguagem utilizada no contexto da investigação.

2.2.2.1 Campo correspondência e racionalidade

O campo correspondência e racionalidade compreende as formas em que as teorias se conectam com a realidade, constituindo-se num campo de importância estratégica para a formação epistemológica dos docentes de ciências. Destarte, o problema da correspondência, tratando do realismo científico, perscruta a relação entre o conhecimento científico e a realidade representada. Nesse sentido, destaca-se, neste campo, a perspectiva do realismo crítico, a qual reconhece as entidades como criações racionais, que conquistam sentido no contexto sociocultural em que surgem. Com efeito, amalgamada ao pragmatismo, o realismo crítico entende os modelos enquanto explicações parciais, selecionadas com base em objetivos específicos de cada problema científico.

Ademais, filósofas da Química como Bensaude-Vincent (2009), refletindo sobre a especificidade do realismo em Química, entendem que esta ciência se caracteriza, ontologicamente, por um realismo operativo, uma práxis mais voltada para a ação do que para a explicação.

Outrossim, o campo racionalidade tem recebido sistematizações racionalistas e relativistas. Enquanto visões racionalistas defendem uma ideia a priori de

racionalidade, geralmente fundamentada na lógica do pensamento hipotético-dedutivo, e utiliza um princípio normativo para avaliar o desenvolvimento das disciplinas científicas, concepções relativistas apontam o meio cultural como princípio de validade das verdades científicas. (ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

Destarte, o campo correspondência e racionalidade foi preponderantemente discutido pela revista *Foundations of Chemistry*, que dedicou atenção primordial aos seguintes temas: sistema periódico; ontologia química; reducionismo e realismo químico.

Notadamente, a partir das lentes deste campo, pode-se caracterizar a Química como uma ciência das substâncias (SCHUMMER, 1997; VAN BRAKEL, 1997), das moléculas, dos processos (STEIN, 2004) e das relações peculiares (SCHUMMER, 1998; SOUKUP, 2005; BERNAL; DAZA, 2010). Deste modo, problemas como os padrões de racionalidade da química e o seu dualismo ontológico são contemplados (RIBEIRO, 2014).

Neste sentido, no âmbito da Ontologia Química, os principais temas debatidos são: microestruturalismo, essencialismo, ontologia de processos e a ontologia de objetos macroscópicos. Ademais, acerca da questão da Química poder ser entendida como uma ciência dos processos, Stein (2004, p. 7), eminente filósofo da Química, ressalta que

mudança molecular é central em química e tem sido tradicionalmente interpretada por uma estrutura metafísica que coloca ênfase nas coisas e substâncias. O núcleo das doutrinas do pensamento de processo, as quais dão prioridade ontológica ao tornar-se sobre o ser, é coerente com o pensamento químico moderno e suporta uma visão de moléculas como sistemas dinâmicos dos quais as identidades podem ser pensadas como padrões de estabilidade no tempo. Mudança molecular é então vista como novos padrões de estabilidade. Finalmente, mudança molecular pode ser vista como fundações para a complexidade emergente, metafísica de processos que permite ver a evolução como um avanço molecular criativo.

Dessa forma, Earley (2011,2012) em seus estudos sobre a ontologia química, compreende esta ciência sob a égide do realismo estrutural processual; mais ainda, desenvolve proposições pedagógicas baseado nessa ontologia, ao mesmo tempo em que critica o fato de que a estrutura conceitual química ainda é majoritariamente construída na perspectiva substancialista, não obstante a centralidade dos processos em química.

Outrossim, filósofos da Química como Weininger (1998) e Van Berkel (2005), entendendo também a centralidade dos processos químicos no seio da investigação química, constatam a existência de uma pobreza conceitual relativa à descrição dos processos, comparativamente ao aparato teórico utilizado ao se descrever estruturas.

Destarte, em concordância com Ribeiro (2014), entendemos que no contexto da educação química é verificada a tensão dinâmica/estática como um obstáculo conceitual e epistemológico, na medida em que as teorias químicas foram construídas fundamentalmente para descrever estruturas químicas, entendidas como corpos rígidos, estáveis e estáticos.

2.2.2.2 Campo linguagem e representação

O campo epistemológico linguagem e representação refere-se ao modo pelo qual as ciências representam e operam sobre entes do mundo e comunicam suas representações, mediante conjuntos simbólicos. (ADÚRIZ-BRAVO, 2001). Refletindo sobre os modos pelos quais, historicamente, a Epistemologia contemplava esse domínio, Adúriz-Bravo (2001, p. 172) sublinha:

A epistemologia clássica analisava a linguagem científica escrita em termos de seus conceitos constitutivos e das relações entre eles. As visões atuais, desde uma perspectiva mais pragmática e retórica, recuperam o valor da abdução, a analogia e a metáfora como mecanismos de construção de sentido na ciência erudita e escolar, propondo uma concepção multissemiótica da linguagem científica, que inclua, de maneira ordenada, as diversas formas de representação.

Notadamente, as temáticas exploradas nesse campo vêm recebendo atenção das revistas, *Foundations of Chemistry* e *Hyle*. Nestas, e de um modo geral, em todo este campo estruturante, observam-se alguns temas bastante contemplados: modelos químicos e sua centralidade nas explicações químicas; natureza da explicação química; natureza aproximada das leis e teorias químicas; idealidade, dualidade, polissemia e circularidade dos conceitos químicos; dualidade epistemológica do conceito de elemento químico; explicação estrutural e a importância da diagramaticidade; a dimensão visual da Química; heurísticas na química; o sistema periódico (RIBEIRO, 2014).

Ademais, cumpre ressaltar que as reflexões desenvolvidas no interior do tema da natureza da explicação química defendem a autonomia desta em relação às outras ciências. Assim, entendendo a Química como uma ciência classificatória e

diagramática e ressaltando o enorme poder das explicações químicas, Ribeiro (2014, p.173), sublinha:

A química é uma ciência com características classificatórias, visual, imagética e diagramática... A explicação estrutural na Orgânica, baseada em diagramas, é tão eficiente quanto a matemática... Também suas explicações baseadas em mecanismos de reações têm sido a forma mais eficiente de previsão, sistematização e organização do conhecimento, potencializando a eficiência das sínteses químicas e uma agenda científica mais produtiva na ciência na atualidade.

Destarte, com referência à linguagem química, Laszlo (1999) é um dos filósofos da Química que mais vem desenvolvendo pesquisas conectadas com este domínio epistemológico, dedicando-se a estudos acerca da dualidade conceitual de conceitos químicos, como as que compreendem os seguintes pares: eletrófilo/nucleófilo, eletronegativo/eletropositivo, ácido/base, oxidante/redutor, dentre outros. Mais ainda, Laszlo (2000), em seus trabalhos, também reflete sobre a problemática dos modelos químicos, discutindo a essencialidade dos mesmos.

Por outro lado, ressaltando a relevância dos modelos no contexto da educação, Justi e Gilbert (2002) defendem a necessidade da integração da Filosofia da Química nesta área. Já Del Re (2000) problematiza o conceito de modelo, a partir de sua relação com a categoria de idealização em química. Outrossim, refletindo sobre o problema da dualidade epistemológica do conceito de elemento químico, a partir de uma perspectiva kantiana, Paneth (1962) elabora dois conceitos de elemento: o de substância pura obtida por métodos de sucessivos fracionamentos encontra-se inserido dentro do contexto de uma epistemologia instrumental; o outro conceito, associado ao racionalismo mendeleeviano, entende elemento como substância básica (HENDRY, 1999).

Ademais, a fundamentação matemática do sistema periódico tem sido objeto de reflexão de filósofos como Restrepo e Pachón (2007), Kragh (2001), Akeyroyd (2010), Kibler (2007): são realizadas descrições históricas sobre a busca de regularidades na Tabela; problematizações acerca dos valores da retrodição e previsão; o significado do sucesso preditivo de Mendeleev; relações da Tabela com a Física Atômica e de partículas, na medida em que se desenvolvem considerações sobre simetrias e topologias. Com efeito, como sublinha Ribeiro (2014, p.177): “A tabela periódica é o sucesso científico de maior evidência da química e, por isso, encontrar uma lógica e uma fundamentação matemática para o sistema periódico traria mais cientificidade à química”.

Dentro do Campo Representação e Linguagem, o problema da explicação estrutural em Química vem sendo bem analisado por Van Brakel (1999), como indica Ribeiro (2014, p.174). Depreende-se, das reflexões brakelianas, possibilidades de múltiplos significados que podem ser associados ao conceito de estrutura, a depender dos diferentes níveis de descrição:

estrutura como um sumário de possibilidades de reações: macroscopicamente, dada a rede de relações entre substâncias e reações químicas; estrutura geométrica das moléculas no nível micro: espacialidade e organização dos átomos, estruturas cristalinas; estrutura de valência: no nível micro dos átomos e ligações entre átomos, configuração eletrônica; estruturas matemáticas da mecânica quântica usadas na descrição de um sistema particular.

Ainda no que remete ao caráter diagramático da Ciência química, no âmbito do campo epistemológico representação e realidade, Goodwin (2008) compreende a categoria explicação em química como fundada em diagramas, notadamente na Química Orgânica, onde os diagramas são extensivamente utilizados. Também o eminente filósofo da Química Schummer (2003), em suas pesquisas sobre a natureza das explicações em Química, infere relações entre aquelas e o grau de eficiência das sínteses químicas, ressaltando a diagramaticidade como um relevante atributo da química.

Destarte, filósofos da Química como Wilholt (2005), Akeyrod (2008), Berson (2008), Friedrich (2004), Vemulapali (2008), Ostrovsky (2001, 2005), Vihalemm (2007) vêm se debruçando sobre problemas associados à natureza das explicações, leis e teorias químicas. Assim, desde discussões sobre o caráter nomológico das explicações, problematizadas a partir do modelo atômico de Bohr, até reflexões sobre aspectos mecanicistas presentes em certas explicações, como o relacionado à tabela das afinidades desenvolvida por Geoffroy, são empreendidas.

Neste sentido, trabalhos que buscam compreender como as teorias químicas (por exemplo, a teoria de Kekulé) são corrigidas empiricamente são desenvolvidos também; além disso, problematizações acerca da natureza dual, polissêmica de teorias da ligação química, como as da ligação de valência e a do orbital molecular, bem como reflexões acerca do profundo caráter qualitativo-aproximacionista e original da Química vêm sendo empreendidas. (RIBEIRO, 2014).

2.2.2.3 Campo intervenção e método

O campo epistemológico intervenção e método dedica-se a análises das práticas científicas, das metodologias envolvidas no fazer científico, concebendo a existência, no plano metodológico, de concepções positivistas e pluralistas. Ademais, os principais temas discutidos neste campo são: característica dual da química; instrumentação e especiação química; modelagem na química; química computacional experimental/teórico/computacional; conceitos gráficos; método *ab initi*.

Vihalemm (2007), pesquisador cuja temática das classificações compreende grande parte de seu trabalho, analisando a natureza metodológica da Química, identifica nesta ciência características de história natural, em que descrições e classificações ocupam lugar importante. Dessa forma, deve-se apontar que, investigando tipos particulares de substâncias e suas transformações, também enquanto domínio da História Natural, a Química se dedica a identificar, descrever e classificar por meio da análise e da síntese; desse modo, inscreve-se numa esfera metodológica dual, uma vez que também, segundo este filósofo, se utiliza do método hipotético-dedutivo.

Outrossim, a relação entre a instrumentação na química contemporânea e a natureza das partículas é bastante contemplada por Rothbart (2002); em suas pesquisas discute bastante o problema da interdependência entre instrumentação e especiação química. Neste sentido, Baird (2004) vem se dedicando ao desenvolvimento de uma filosofia dos instrumentos, concebendo-os, de um modo semelhante a Bachelard, como uma teoria materializada.

Por sua vez, Bueno (2004) reflete sobre a possibilidade de criação de moléculas no interior de máquinas moleculares; já Laszlo (1998), em seus estudos sobre a matéria, ressalta a relevância da instrumentação para a decodificação e análise laboratorial daquela. Por outro lado, Mainzer (1999), King (2000) e Trindle (1999) dedicam-se a estudos sobre a química computacional, destacando a influência da computação em química, mais especificamente na modelagem dos sistemas químicos. (RIBEIRO, 2014).

Destarte, diversas tensões compreendem o campo Intervenção e Método, tais quais: ciência x técnica; intervenção x explicação; real x ideal; análise x síntese. Assim, refletindo sobre a tensão ciência x técnica, Schummer (1997), precisamente

no contexto das sínteses químicas, sublinha que é tarefa muito complicada buscar diferenciar a dimensão científica da dimensão técnica.

Ademais, problematizando a relação epistemológica entre ciência e tecnologia, Kovac (2002) considera que a química oferta um excelente cenário para perscrutações. Com efeito, a tensão análise x síntese pode, segundo Ribeiro (2014, p.182) ser compreendida sob um ponto de vista histórico. Para este autor,

O século XVIII foi caracterizado pela análise; atualmente é a síntese que domina a agenda. A química lavoisieriana foi predominantemente o paradigma da análise química. Na atualidade, principalmente com a química orgânica, o paradigma é preponderantemente das sínteses químicas. Isso altera toda a forma, o método de se fazer química. As análises estavam no contexto de uma epistemologia operacional, fundado no conceito operacional de elemento químico. As sínteses estão fundadas no contexto de uma epistemologia construtivista e semântica, donde o contexto da descoberta tem grandes implicações.

Outrossim, acerca da tensão intervenção x explicação, são desenvolvidas reflexões que destacam o expressivo caráter interventivo da Química. Neste sentido, definidores deste caráter, pólos como razão e matéria, teoria e instrumento encontram-se imbricados dialeticamente. (BENSAUDE-VINCENT, 2009, 2010).

2.2.2.4 Campo contextos e valores

O campo contextos e valores compreende a ciência como uma construção humana, regulada pelo critério de verdade; a partir deste prisma busca elucidar a diversidade contextual presente na práxis científica, bem como refletir sobre os valores que a sustentam. Assim, depreende-se, desse campo, quatro contextos (descoberta, justificação, aplicação e educação) que se interpenetram em diversos cenários sociais, criando conhecimentos e valores que se aplicam e se propagam em diversos setores. Vale ressaltar que algumas temáticas integrantes deste campo vêm sendo contempladas pela revista Hyle, tais quais: ética; estética; utilitarismo; a imagem pública da Química; contexto da educação em Química. (RIBEIRO, 2014).

Ademais, os contextos e as relações da química são muito variados e complexos, afinal a Química é uma ciência pluricontextual. Nesse sentido, pelo fato de os químicos lidarem amplamente com criações, focando em aspectos estéticos ao ordenar estruturas, o contexto da descoberta é muito relevante para análises desenvolvidas pelos filósofos da Química. (SCHUMMER, 2006; BENFEY, 2000; HOFFMANN, 1993). Por outro lado, o contexto de aplicação também é essencial para

um adequado entendimento da práxis química. Desse modo, conforme ressalta Kovac (2002, p.165),

Diferentemente da física, os químicos devem sempre estar próximo do experimento. Químicos devem pensar com as mãos mais que outros cientistas. Químicos trabalham numa variedade de contextos e conseqüentemente são confrontados por muitos problemas éticos. A indústria química esta imbricada na construção da sociedade e desta forma em muitas questões complexas na relação entre ciência e sociedade.

Destarte, no interior do campo contextos e valores, a linha de pesquisa ética em Química vem sendo bastante contemplada por filósofos da Química como Kovac (2002), Preston (2005), Jacob e Walters (2005), Del Re (2001) e Shummer (2001). Dessa forma, há um entendimento de que uma das questões centrais em Química é atravessada pelas relações entre epistemologia e ética. Assim, são problematizadas questões como as que remetem à necessidade de uma ética ambiental no domínio da nanotecnologia, bem como outras temáticas que envolvem, por exemplo: a realização de análises sistemáticas da ética nas sínteses químicas; clarificações quanto às escolhas de investigação e os problemas associados às pesquisas e à criação de novas substâncias; inovações técnicas importantes no âmbito da química ambiental, tendo em vista a minimização de riscos da práxis química. (RIBEIRO, 2014).

Seguramente, a estética, visualização e imagem pública da Química compõem eixos temáticos muito contemplados pela Filosofia da Química, no seio do campo contextos e valores. Problematizando a estética da química, Spector (2003) entende tratar-se de um importante valor da investigação química. Desse modo, considerada um importante atributo da práxis química, a estética da Química é compreendida a partir do trinômio matérias, moléculas e modelos. Já a imagem social desta ciência aparece, nos filmes e livros didáticos, fortemente vinculada à indústria, amalgamada a arquétipos nocivos, socialmente maléficos (SCHUMMER, 2003).

Notadamente, filósofos da química vêm identificando uma variedade de valores na práxis química, que ultrapassam os epistêmicos consagrados pela ciência hegemônica: nesse sentido, valores próximos aos tecnocientíficos – como estética, utilidade, funcionalidade, criação, invenção, inovação, intuição, inovação, funcionalidade, eficiência, eficácia, utilidade, aplicabilidade, fiabilidade – conquistam enorme destaque, indicando o desenvolvimento em Química de uma metaquímica, fundada num realismo operativo, numa epistemologia do aprender fazendo, em

processos que viabilizam possibilidades representacionais. (RIBEIRO, 2014; KOVAC, 2002; ECHEVERRIA, 2003; NORDMANN, 2005; SJOSTROM, 2006, 2007).

Outrossim, as principais tensões constitutivas deste campo epistemológico são atravessadas por binômios como: academia x indústria; criar x descobrir; útil x risco. Com efeito, essas tensões estão associadas à histórica relação desenvolvida entre ciência e sociedade, que na contemporaneidade, na Química polarizou-se no par ciência pura e aplicada, determinando tanto a identidade disciplinar como a profissão dos químicos. (RIBEIRO, 2014).

Bastante associadas à tensão academia x indústria, as tensões criar x descobrir e útil x risco, são bastante discutidas por pesquisadores como Hoffmann (1991, 1992, 2007) e Schummer (2001, 1997), principalmente. Para estes, as sínteses químicas, constituem-se na principal atividade química, sendo destacadas pelas categorias criação, criatividade, produtividade, utilidade, risco, responsabilidade moral dos químicos.

Ademais, refletindo em seus trabalhos sobre questões envolvendo a categoria sínteses químicas, Schummer (2001) realiza alguns questionamentos, especificamente sobre a crescente introdução de novas substâncias na complexa rede de relações do conhecimento químico. Este filósofo compreende que, podem ser deflagradas imprevisíveis situações, que remetem a um desconhecimento sobre o mundo, na medida em que, não obstante a fabricação de inúmeras substâncias, só de uma pequeníssima parte são conhecidos os efeitos. Acerca da proeminência das sínteses como uma finalidade em si no contexto das práticas químicas contemporâneas, Schummer (2001, p.5) ressalta que

durante os últimos 200 anos, a síntese de novas substâncias tem sido a principal atividade experimental de químicos. Hoje, existem mais de 3 milhões de químicos em todo o mundo que produzem cerca de 570.000 papers/ano sobre 900.000 novos (incluindo bioseqüências, 6 milhões) substância química. A análise de uma amostra aleatória de 300 papéis mostra que, em 75% dos artigos, a síntese e caracterização de pelo menos uma nova substância é uma parte central. Análise documental empírica dos objetivos da síntese química revela que quase metade dos trabalhos visa melhorar as capacidades sintéticas, em ambos os casos o objetivo e o mesmo, ou seja, um fim em si. Apenas um quarto dos trabalhos indica um interesse em aplicações tecnológicas das novas substâncias, explícita ou implicitamente, referindo-se propriedades para a caracterização da substância. Objetivos menores incluem a elaboração da classificação, encontrando peculiaridades estruturais, e, ao menor grau, melhorar os modelos e teorias.

2.2.2.5 Campo evolução e juízo

A História da Ciência encontra no campo evolução e juízo seu lócus emérito, com os pesquisadores contemplando os grandes conjuntos de regras que regem normativamente a aceitação ou recusa de teorias, debruçando-se também sobre questões ligadas ao processo histórico de desenvolvimento científico. No início, o foco da epistemologia, apoiado na categoria continuidade, fora a evolução das disciplinas; a nova filosofia da ciência, ao perscrutar mudanças paradigmáticas na História das Ciências, propõe visões revolucionistas e evolucionistas. (RIBEIRO, 2014).

No âmbito da Filosofia da Química, alguns temas que compreendem o campo evolução e juízo são bastante discutidos, tais quais: discursividade química; utilitarismo, pragmatismo e sistematismo químicos; domínios interdisciplinares da práxis química. Por outro lado, cumpre apontar que a grande tensão química constitutiva desse domínio, bastante discutida por Schummer (2003) e Bensaude-Vincent (1992), é fornecida pelo binômio natural x artificial, relacionada a outras tensões fundantes da Química, como, por exemplo: ciência/técnica, arte/natureza, ciência/sociedade e natureza/sociedade. (RIBEIRO, 2014). Neste espectro, são discutidos temas como a antinomia natureza x artefato na nanotecnologia química, no âmbito do entendimento do caráter artificial, transgressor da ciência química.

Nesse sentido, Schummer (2003) distingue três visões de natureza em química: a estática, que associa natural à criação, a uma essência original; a teleológica, vinculada a aristotélicos princípios motores, encontra-se implícita na práxis fenomenotécnica da Química Orgânica, em sua busca de aperfeiçoamento da natureza; e a dinâmica, que não contrapõe o natural e o artificial, mas compreende um corpo químico sob o ponto de vista de suas relações, notadamente as criações e destruições daquelas. (RIBEIRO, 2014).

2.2.2.6 Campo normatividade e recursão

O campo normatividade e recursão se refere à reflexão que a própria epistemologia faz sobre si própria, realizando assim uma metaepistemologia, uma discursividade de terceira ordem. O principal problema tratado nesse campo remete à questão da normatividade, à compreensão dos modos pelos quais modelos epistemológicos podem ser usados como prescrições, explicações, intervenções e determinações acerca da práxis científica (RIBEIRO, 2014).

Destarte, no contexto da Filosofia da Química, os principais temas, pertencentes a este domínio, que vêm se constituindo em objeto de reflexão, são: interculturalidade da Filosofia da Química; impureza epistemológica identitária da Química; pluralismo químico. Ademais, as principais tensões que compreendem este campo são atravessadas pelo par nomoteticidade-ideografia. Com efeito, de um lado encontra-se o entendimento da Química como uma ciência nomotética, unificada por leis; de outro lado, uma concepção da mesma como ideográfica, unificada por sua história. (LAMZA, 2010; VIHALEMM, 2003, 2007).

Assim, destaca-se na Química – compreendida como uma ciência repleta de caracteres ideográficos, notadamente no contexto das classificações químicas – a valorização das propriedades contextuais e relacionais, que facultam a átomos, núcleos, moléculas poderem, sob um prisma histórico, ser catalogados como primários e secundários. (LAMZA, 2010).

Outrossim, no centro do campo normatividade e recursão, refletindo sobre a epistemologia química, Ribeiro (2014, p.193) ressalta que

No debate da filosofia da química encontramos algumas propostas que caminham na direção de mapear filosofias da filosofia da química. Van Brakel (2012) tem defendido que a filosofia da química é uma filosofia intercultural... Bensaude-Vincent (2008) tem defendido a química como uma ciência impura... Nesse sentido, o contexto, a narrativa e a história entram de forma decisiva. O pluralismo é defendido pela generalidade dos filósofos da química.

2.2.3 As dimensões da práxis química e suas tensões constitutivas

Uma notável contribuição do modelo epistemológico agustiniano para a Filosofia da Química e para a Filosofia da Educação Química pode ser observada quando Ribeiro (2014, p.339) indica as possibilidades de caracterização e entendimento da natureza da Química, a partir de suas inscrições nos diversos campos epistemológicos estruturantes:

No campo de correspondência e racionalidade, caracterizamos a química como uma ciência dos processos e das substâncias, vinculada principalmente a uma filosofia de processos. No campo de linguagem e representação, caracterizamos a química como uma ciência diagramática e classificatória, vinculada à filosofia dos signos e da classificação. No campo de intervenção e método, caracterizamos a química como uma ciência dual e interventiva, vinculada a uma filosofia da ação e dos instrumentos. No campo de contextos e valores, caracterizamos a química como uma ciência real e criativa, vinculada a uma filosofia heurística.

Dessa forma, fora explicitado o entendimento da Química como uma ciência pluralista, fortemente inscrita em pensamentos e práxis classificatórias, diagramáticas, simbólicas, relacionais, contextuais, processuais, heurísticas e racionais. Ademais, vale ressaltar que, influenciada por valores sociais, estéticos, éticos, esta ciência tem sua identidade ontológico-epistemológica bastante dependente de instrumentos, técnicas e experimentos. Outrossim, o campo epistemológico químico constitui-se como marcadamente inscrito nas tensões entre ciência/técnica, descobrir x criar, explicar x agir, academia/indústria, natural/artificial, útil/risco, além das grandes tensões filosóficas, micro/macro, parte/todo, contínuo/descontínuo, substância/processos, conceito/empíria, nomotético/ideográfico. (RIBEIRO, 2014).

Amparado na noção de campos teóricos estruturantes da Epistemologia, desenvolvida por Adúriz- Bravo, Ribeiro (2014, p. 197) identificou dimensões da práxis química, definidos como “campos que tenham um conjunto de problemas caracterizados por suas relações e que expressem uma relativa autonomia, definida por suas inter-relações”. Com efeito, tendo em vista a necessidade de reformulações que ajustem os currículos dos cursos de Licenciatura em Química aos debates desenvolvidos pela Filosofia da Química, tais dimensões podem servir à Filosofia da Educação Química como fundamentos, articuladores e organizadores do currículo dos citados cursos.

Destarte, de posse desses domínios, inter-relações relevantes para as dimensões curriculares e pedagógicas podem ser esboçadas, com a identificação de registros epistemológicos, didáticos e sintáticos, norteadores de princípios heurísticos, organizadores e integradores. Mais ainda, enquanto estruturas de especificidades transversais e inclusivas entre currículo, filosofia e química, facilitam perspectivas relativas à natureza da práxis química, clarificações de estilos cognitivos e de aprendizagem, temas ou conceitos estruturantes, podendo auxiliar na elaboração de propostas didáticas. Trata-se, dessa forma, de um recurso formativo, analítico e avaliativo, porque possibilita a identificação e previsão de problemas epistemológicos da química, podendo auxiliar no entendimento de tópicos da História da Química. (RIBEIRO, 2014).

Semelhantemente ao que define e caracteriza os campos epistemológicos estruturantes, elementos essenciais às dimensões da práxis química são as suas tensões constitutivas: pares de conceitos de grande inclusividade, representativos de

ambiguidades e contradições a que a Química está submetida. Com efeito, as tensões permitem a identificação de problemas epistemológicos da química, ao passo que os campos permitem o estabelecimento de relações com questões curriculares e formativas.

Refletindo sobre a possibilidade do uso das tensões no contexto pedagógico-curricular, Ribeiro (2014) ressalta que sua explicitação pode se constituir em um primordial eixo norteador de níveis sintático-filosófico, propiciando a construção de um currículo de Química preocupado em mostrar ao estudante visões da natureza da Química, além de poder ofertar àquele o acesso a fundamentais problemas epistemológicos desta ciência.

2.2.3.1 Dimensão tácita

Essa dimensão relaciona-se com conhecimentos não algorítmicos, com a descoberta, vivência, experiência e criatividade. Assim, nesse domínio insere-se um saber transmitido pela prática, não expresso em leis universais. Ademais, cumpre ressaltar que, no domínio tácito, a comunicação de um conhecimento se desencadeia pela ação e não por descrições explícitas.

Destarte, na Química, a comunicação se efetiva no âmago das atividades laboratoriais, quando do manuseio de equipamentos e instrumentos, estabelecem-se diálogos e construções de representações. (RIBEIRO, 2014). Com efeito, todo um arsenal de interpretações ligados à diagramas e classificações químicas são tacitamente interdependentes.

Outrossim, a transmissão de práticas de sínteses compreende também uma dimensão tácita, uma epistemologia do aprender fazendo, na medida em que a execução de rotas sintéticas é dependente não apenas de um ensino, mas de um processo de vivência e convivência com especialistas. Com efeito, a química move-se, segundo Laszlo (2006, p.100),

habitualmente e com sucesso – se é que algumas vezes irrefletidamente – entre dois mundos: Um é o laboratório, com seus poderes macroscópico, cristais, soluções bem como coisas que cheiram, tem cores, odores, puro, impuro. O outro é um mundo invisível de moléculas, com composição e estrutura características, sua dinâmica interna e sua forma de reagir com outras moléculas.

Assim, o diálogo entre esses dois mundos é feito por meio de uma pluralidade de formas e recursos, no centro das quais empreende-se uma filosofia da ação, uma heurística, bastante presente em química orgânica, conforme salientam

pesquisadores como Laszlo e Kovac. Dessa forma, relacionando-se com a psicologia, se exhibe em quebras de protocolo, no âmbito da descoberta, criatividade, experiência e vivência, não se aprendendo unicamente pelo ensino. Seguramente, trata-se de uma razão prática – caracterizadora da práxis química –, e como tal, fundada no contexto da descoberta, constituída por categorias como utilidade, funcionalidade e criação, transcende valores epistêmicos. (BENSAUDE-VINCENT, 2010; SCHUMMER, 2011).

Notadamente, trata-se da dimensão menos discutida pela Educação Química, não obstante a práxis química cruzar uma relevante tensão pertencente a este domínio: heurística x algoritmo. Ademais, vale ressaltar que bastante inseridas nos debates relacionados à dimensão tácita, depreende-se categorias como percepção, descoberta, reflexão e não aceitação de autoridade.

Desse modo, cremos que o cotejamento desta dimensão por parte de pesquisadores da Filosofia da Educação Química pode contribuir para a construção de currículos e práticas pedagógicas que facultem aos estudantes, a possibilidade de, no âmbito da experiência das descobertas científicas, o reconhecimento da existência de diversos problemas de pesquisas, tendo em vista o desenvolvimento, por parte daqueles, de diferentes pontos de vistas, e o conseqüente fortalecimento das suas autonomias epistêmico-social, na medida em que se amplie seus entendimentos e reflexividades. (RIBEIRO, 2014).

2.2.3.2 Dimensão fenomenotécnica

A dimensão fenomenotécnica é um domínio próprio da filosofia experimental, da filosofia da técnica, da tecnologia, dos instrumentos, experimentos e suas relações. Ademais, as principais tensões estruturantes deste domínio da práxis química passam por alguns pares categoriais como: conhecer x criar; reproduzir x produzir; natural x artificial; ciência x técnica.

Destarte, o tema da instrumentação química integra linhas de pesquisa de filósofos da Química como Rothbart (1993, 1999) e Baird (1993). Estes, em seus trabalhos, ressaltam a ocorrência em Química de uma interdependência entre espécies, instrumentos e técnicas químicas, sublinhando também o papel do aparato técnico-instrumental na caracterização da identidade química. Desse modo, dada a profunda relação existente neste contexto, entre espécies, técnicas e instrumentos,

uma epistemologia e ontologia do espectrômetro faz-se necessária para uma adequada apreciação da Química.

Outrossim, Bachelard (2009, p.54) acerca dos processos de purificação pontua que “são os métodos que determinam a pureza”. Com efeito, o conceito de fenomenotecnia, elaborado por Bachelard, é uma antecipação, da prática química, da imagem tecnocientífica da Química (BENSAUDE-VINCENT, 2009; CHAMIZO, 2006, 2009, 2010). Neste sentido, Ribeiro (2014, p.292), amparado nas reflexões desenvolvidas por renomados filósofos da Química, como Bensaude-Vincent (2009, 2010), Laszlo (2012) e Nordmann (2006), acerca do entendimento da Química como uma tecnociência, sublinha:

Nordmann (2006) utiliza o termo metaquímica, de Bachelard (2006), para defender a química como uma ciência interventiva... Também Bensaude-Vincent (2009, 2010) tem reiteradamente trabalhado na temática... A química é uma tecnociência por duas razões: por causa de sua característica dual como ciência e como tecnologia e porque existem muitas técnicas envolvidas em práticas experimentais.

Ademais, com a difusão dos métodos instrumentais, a partir de 1950, a dependência entre elaborações conceituais e a instrumentação em Química aumentou bastante (LAZSLO, 2006; SCHUMMER, 2002). Dessa forma, modificações no campo dos instrumentais e técnicas conectou-se ao desencadeamento de mudanças, por exemplo, em conceitos estruturais, como o de identidade química (RIBEIRO, 2014).

Destarte, no contexto da Educação química, problemas como a naturalização dos instrumentos e o negligenciamento dos princípios teóricos necessários a um entendimento do instrumento como um real científico podem ser citados. Refletindo sobre esses problemas e indicando a relevância da construção de diálogos entre a Filosofia dos Instrumentos e a Educação química, Ribeiro (2014, p.231) aponta que

Em termos didáticos, significa decidir... se integramos conceitos aos conteúdos procedimentais {...}. Ao se fundamentar muito em conteúdos procedimentais, há uma grande possibilidade de essa dimensão cair em uma versão do conhecimento instrumental e de se analisar uma ciência pelo conhecimento justificado, produto e não processo, transformando-se procedimentos heurísticos em procedimentos algorítmicos e a aprendizagem em rotinas mecânicas com grande recurso à memorização. Isso dificulta aprendizagens estratégicas e autorregulatórias, a autonomia da aprendizagem, a construção de estruturas de pensamento, o pensamento crítico e a criatividade. Essa realidade é, de fato, a mais explicitada pela pesquisa em educação química e a mais evidente no seu ensino, o que mostra a necessidade de uma aproximação da filosofia dos instrumentos como fundamento da educação química.

Assim, entendemos que, no contexto pedagógico, não basta analisar instrumentos limitando-os às suas operações e aplicações: há a necessidade de explicitação da relação instrumentos, técnicas, teoria e experimentações a partir de uma Filosofia dos Instrumentos e das Técnicas (CHAMIZO, 2010).

2.2.3.3 Dimensão classificatória

Ao longo do século XVIII a Química se destacou como uma ciência das classificações, notadamente devido à expressividade do sistema periódico mendeleeviano (SCERRI, 2007; LEFÈVRE, 2011). Perpassando campos epistemológicos estruturantes como representação e correspondência, linguagem e representação, intervenção e método, a dimensão classificatória constitui-se num domínio historicamente organizador do conhecimento químico, podendo ser compreendida, segundo Vihalemm (2007), enquanto um prolongamento da taxionomia herdada pela Química como necessidade de classificação e descrição das suas entidades naturais ou artificiais.

A necessidade de ordem aberta pela investigação empírica das propriedades materiais... pelo pluralismo experimental e pelo empirismo ativo... coloca as classificações como um tema transversal à organização e ao desenvolvimento cognitivo do conhecimento químico e também à sua comunicação vertical (ensino). (RIBEIRO, 2014, p. 233).

Destarte, ao longo da História da Química, as substâncias químicas conhecidas foram classificadas de acordo com critérios químicos, composicionais e estruturais. Com efeito, é possível pensar na organização dessa História sob o prisma da sucessão de sistemas classificatórios, no qual novas conceituações químicas são propostas, paralelamente ao desenvolvimento de novos princípios classificatórios. (RIBEIRO, 2014). Conforme salienta Lefèvre (2011, [não paginado]), acerca das operações de classificação e suas relações com as práxis químicas ao longo da História da Química,

[...] práticas de classificação são essenciais para a química porque é uma ciência que lida com centenas de milhares de substâncias diferentes que devem ser identificadas e ordenadas em um ou outro quadro taxionômico. É por isso que, inversamente, os modos de classificação de substâncias químicas dão acesso às práticas de químicos. Isso vale especialmente quando se tenta traçar a história dessas práticas. Estudar as classificações químicas diferentes do passado demonstra ser uma excelente chave para a história da química.

Seguramente, nos cernes epistemológico, metodológico e ontológico da química reside o problema das classificações. Neste sentido, o filósofo Scerri (2007,

2011) entende que a classificação em química se constitui em uma ferramenta poderosa para a previsão acerca de comportamento de uma substância química com base na análise de sua composição e estrutura. Mais ainda, para este pesquisador, a tabela periódica, uma estrutura representativa de uma das mais fortes classificações naturais encontradas em uma Ciência, delega ao sistema periódico lugar de destaque na Filosofia da Classificação.

Ademais, compreendendo que químicos desenvolveram o sistema de classificação por princípios indutivistas, sem a necessidade de recorrer a princípios derivados da mecânica quântica, Scerri (2007) ressalta que, além de expressar a variedade de relações entre teoria e sistema de classificações, o sistema periódico químico contribui para clarificações de fundamentais elementos do núcleo epistemológico- metodológico de uma filosofia da classificação, como o conceito de tipo natural.

Outrossim, como efeito do problema da ordem constituir-se em um tema central da Filosofia da Química, a revista *Foundations of Chemistry*, recorrentemente, publica artigos pertencentes a eixos temáticos que compreendem este domínio da práxis química, tais quais: mereologia enquanto gramática do discurso químico; ontologia química; novas entidades e classificações; tipos naturais da química; paradoxos da classificação; polissemia, dualismo e circularidade de conceitos químicos fundamentais; tabela periódica, história, características, predição e retrodição; características das leis químicas; relações matemáticas, mecânica quântica e teoria dos grupos. (RIBEIRO, 2014).

Destarte, com o desenvolvimento da Química Orgânica, a classificação estrutural se fortaleceu muito (AKERROYD, 2000; GOODWIN, 2008). Nesse sentido, um problema bastante contemplado por filósofos como Bernal e Daza (2010) no âmago da dimensão classificatória é o da circularidade evidenciada por classificações de substâncias químicas. Notando a existência de relações de dependência entre conceitos de similaridade química e classes de substâncias, estes autores entendem formar-se um sistema de recursividade e relacionalidade conceitual – epistemologicamente caracterizador da Química – que vincula as classes das substâncias entre si.

Notadamente, as classificações elaboradas ao longo da História da Química associaram-se a conceituações ontológicas da identidade química, ao mesmo tempo em que revelaram tensões, como a representada pelos pares estrutura x composição,

parte/todo, micro/macro, substância/processos, estrutura/composição e análise/síntese.

Não obstante a sua relevância pedagógico-epistemológica, esta dimensão vem sendo pouco contemplada pela Educação química. Para Ribeiro (2014, p.244-245),

nessa dimensão da práxis química, o principal desafio é entender as classes e os tipos de conceitos que são constitutivos da química. Trata-se, entretanto, de outra área de pesquisa em educação química ainda por ser trabalhada: Qual a natureza dos conceitos da química? Como são construídos? Como são organizados e integrados na estrutura cognitiva da química? Como são relacionados com a lógica, a epistemologia e o sistema de classificações em química? Qual sua relação com os diversos sistemas ontológicos e epistemológicos?

2.2.3.4 Dimensão diagramática

A criação e uso de uma linguagem específica para comunicar, prever e explicar são elementos fulcrais dessa dimensão, inscrita no domínio da filosofia da imagem, de uma semiótica própria da Química, que, como salienta Ribeiro (2014) atingiu o cume a partir de 1860, com a proposição das fórmulas estruturais de Berzelius. Trata-se, assim, de uma ciência intensamente visual, no seio da qual é explícita a importância dos signos icônicos como fórmulas estruturais, moleculares, diagramas, gráficos, curvas e spectrums. (SCHUMMER, 1997; SPECTOR, 2003).

Para Goodwin (2008), com o advento da Química Orgânica, um novo paradigma começou a se desenvolver na Química, norteado pela ideia de representação estrutural. Neste âmbito, as teorias não são matemáticas, mas diagramas, modelos estruturais. Com efeito, uma linguagem simbólica começa a permear a práxis química: químicos, enquanto trabalham com substâncias nos laboratórios, construindo reações, pensam, visualizam e criam nos termos de fórmulas e modificações estruturais (RIBEIRO, 2014).

Ademais, uma linguagem dos signos químicos, mais do que se constituir em uma das mais poderosas teorias científicas preditivas, subsidia as criações de espécies químicas nos laboratórios. Afinal, ao abranger, principalmente em Química Orgânica, estruturas e mecanismos de reação, o complexo simbolismo químico constitui-se, indubitavelmente, como um “dos mais bem-sucedidos da ciência. Ele mapeia sistematicamente a rede de substâncias químicas... e permite a previsão de novas substâncias químicas e ainda oferece regras para realização em laboratório.”

(SCHUMMER, 1997, p.315). Destarte, refletindo sobre o objeto molecular químico, Gois (2012, p.33) destaca a relevância das representações para a Química.

O objeto molecular dos químicos... junta, numa mesma escrita, dados e propostas. Acreditamos que ... as representações ... são mais importantes para a química em comparação a outras áreas, porque em nenhuma outra área das ciências da natureza há essa necessidade de criar entidades ... de teoria e dados, com o objetivo explícito de serem usadas tanto como ferramentas quanto como objeto de investigação.

Domínio bastante contemplado pela Educação química, apresenta como principais tensões: modelos x realidade e estrutura x processo. Assim, um dos principais problemas relatados por esta área depreende-se da dificuldade dos estudantes em associarem as fórmulas moleculares às suas respectivas estruturas. (GILBERT, 2009; RIBEIRO, 2014). Outros problemas relacionam-se com a temática dos modelos enquanto instância explicativa em Química e técnica de ensino. Com efeito, estruturas explicativas correspondentes a objetos reais e eventos, os modelos, em suas aplicações, geram grandes dificuldades aos estudantes, notadamente quando, por exemplo, modelos são apresentados àqueles, como dados acabados, sem que se explicitem distinções entre aqueles e a realidade.

2.2.3.5 Dimensão processualista

A dimensão processual, bastante contemplada por Earley, encontra-se atravessada pelas tensões nomotético x ideográfico, parte x todo e substância x processo. Esta dimensão integra um registro filosófico ancorado num realismo estrutural processual, lócus de uma visão dinâmica, contextual e relacional de estruturas, em que moléculas são compreendidas como ecossistemas históricos: interações, ligações e reações são concebidas sob o prisma da ontologia de processos (BERNAL, DAZA, 2010; STEIN, 2004; EARLEY, 2004;2008, 2011).

Em Química, as propriedades são instanciadas no contexto das relações. Nesse sentido, as relações são compreendidas como instâncias temporais e os objetos, posteriores àquelas (SOUKUP, 2005; BERNAL; DAZA, 2010). Ademais, a Química é uma ciência de relações peculiares (SCHUMMER, 1997, 1998), que constrói conhecimento por meio de uma rede de relações na qual as substâncias químicas são os nodos e as relações químicas as conexões, formando, assim, o núcleo da investigação química (RIBEIRO, 2014). Para Schummer (1998, p. 131),

a relação é uma categoria essencial em química: a ciência química, no seu núcleo, é uma ciência de relações peculiares. Em vez de estudar objetos isolados a ser medidos, compara e coloca em um esquema classificatório as relações dinâmicas entre os objetos constituintes do conjunto básico de conhecimentos de química, e, ao mesmo tempo, fornece os fundamentos para as classificações dos próprios objetos. A rede química inclui todas as informações atuais empíricas sobre as transformações de substâncias químicas, novas relações, relata, e completa todos os dias.

Destarte, uma ontologia de relações internas caracteriza a filosofia de processos química. Desse modo, as propriedades químicas, instanciadas no contexto das relações, são concebidas a partir de categorias como relacionalidade e contextualidade. Questões relacionadas a essa ontologia podem ser vislumbradas na nomenclatura, nas fórmulas e nas classificações químicas, em que as partes só podem ser definidas na totalidade das suas inter-relações, não existindo objeto anterior às suas relações. (RIBEIRO, 2014).

Outrossim, a filosofia de processos funda-se no realismo estrutural: uma ontologia de níveis estratificados de realidade, cujo poder explicativo deve-se às entidades causais e às leis emergentes de um nível químico, que podem influenciar os níveis mais baixos. Em Química, além das relações causais, existem dois tipos de relações sincrônicas: as mereológicas (parte/todo) ou genéticas (mesmo nível). Além disso, as leis da Química, perpassada por elementos ideográficos, não são constituídas por simetrias temporais. Com efeito, nesta ciência, as relações são caracterizadas por um corte temporal dos reagentes e dos produtos, dos processos irreversíveis. (BERNAL E DAZA, 2010; LAMŽA, 2010; SOUKUP, 2005; EARLEY 2012).

Ademais, não obstante sua relevância para a compreensão da práxis química, esta dimensão não vem sendo bem explorada pela Educação química. Assim, além de inserir instâncias como recursividade, narrativa e relacionalidade, cabe à Educação química, também, a inserção de concepções sintético- dinâmicas de natureza como fundamentos didático-epistemológicos. (EARLEY, 2012, RIBEIRO, 2014).

3. A DIALÉTICA EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA

As revolucionárias transformações ocorridas na ciência contemporânea, entre as últimas décadas do Séc. XIX e a primeira metade do século XX, criaram a necessidade de profundas modificações nas epistemologias vigentes à época. Conforme sublinha Rego (2014, p. 31), sustentadas nos critérios de universalidade e identidade, tradicionais correntes filosóficas, vinculam rigidamente a esfera conceitual “a verdades tidas como totais e acabadas, sendo insuficientes para a compreensão do deslocamento e conseqüente avanço dos novos campos de pressupostos apresentados a partir do século XX.”

Um novo espírito científico se apresentava. Por conseguinte, um novo espírito filosófico, adequadamente dialético, dinâmico e flexível, deveria se constituir “para traduzir o pensamento contemporâneo em sua versatilidade e mobilidade” (BACHELARD, 1978a, p.92). Àquele momento, inexistia uma Filosofia das Ciências “atenta para acompanhar os avanços da ciência e refletir sobre as suas peculiaridades e sobre a sua influência” (REGO, 2014, p.12) no Espírito.

Bachelard se mostrava bastante crítico às filosofias racionalistas de sua época. Conforme destacam Barbosa e Bulcão (2004, p. 26), o que este filósofo francês “combate com tenacidade ao longo de sua obra é a noção de razão absoluta e contínua”, presente no meio filosófico racionalista tradicional. Tais concepções de razão, denominadas por Bachelard, como filosofias do imobilismo, concebiam que aquela possuía princípios a priori e absolutos, fixando a razão no quadro de um substancialismo, que a dotava de uma estrutura invariável, capaz de progredir apenas de modo contínuo.

A epistemologia bachelardiana, opondo-se à noção de Razão substancialista, mostra que a ciência contemporânea decretou o declínio dos absolutos da razão. O caráter de novidade do saber científico da atualidade veio demonstrar que a razão é variável e seus princípios, assim como seu próprio conteúdo, se transformam ao longo de sua trajetória de progresso (BARBOSA, BULCÃO, 2004, p. 27).

Neste sentido, Bachelard move suas provocações tanto a filósofos predecessores, como Descartes e Kant, quanto aos seus contemporâneos, como Meyerson e Bergson, destacando a incompetência filosófica de seus sistemas e pensamentos diante do cenário deste momento histórico cientificamente revolucionário. Para Bachelard, a manutenção de concepções como as da identidade do espírito e da permanência do método expressam uma desatenção às

consequências sofridas pela razão humana, quando da emergência da ciência contemporânea. (REGO, 2014). Assim, dirigindo-se, criticamente, aos filósofos que almejavam analisar o pensamento científico fundado em concepções que entendiam o Espírito como estrutura imóvel, permanente, rígida, Bachelard (1978b, p.6-7) sublinha:

Para o filósofo que, por profissão, encontra em si verdades primeiras, o objeto tomado em bloco não tem dificuldade em confirmar princípios gerais. As perturbações, as flutuações, as variações também não perturbam o filósofo. Ou ele as despreza como pormenores inúteis, ou as amontoa para se convencer da irracionalidade fundamental do dado. Em qualquer dos casos, o filósofo está preparado para desenvolver, a propósito da ciência, uma filosofia clara, rápida, fácil, mais que continua a ser uma filosofia de filósofo. Neste caso, basta uma verdade para sair da dúvida, da ignorância, do irracionalismo; ela é suficiente para iluminar uma alma. A sua evidência reflete-se em reflexos sem fim. Esta evidência é uma luz única: não tem espécies nem variedades. O Espírito vive uma única evidência. Não tenta criar para si outras evidências... A consciência da identidade do Espírito nestes conhecimentos diversos dá-lhe a ela e só a ela, a garantia de um método permanente, fundamental, definitivo. Perante um tal sucesso, como colocar a necessidade de modificar o Espírito e de ir em busca de novos conhecimentos? Para o filósofo, as metodologias, tão diversas, tão móveis nas diferentes ciências, dependem apesar disso de um método inicial, de um método geral que deve dar forma a todo o saber, que deve tratar da mesma forma todos os objetos. Sendo assim, uma tese como a nossa que considera o conhecimento como uma evolução do Espírito, que aceita variações, respeitantes à unidade e à perenidade do eu penso, deve perturbar o filósofo. E, no entanto, é a essa conclusão que devemos chegar se quisermos definir a Filosofia do conhecimento científico como uma Filosofia aberta, como a consciência de um Espírito que se funda trabalhando sobre o desconhecido, procurando no real aquilo que alarga conhecimentos anteriores.

Desse modo, motivado pela vontade de construir uma epistemologia coerente com o status do pensamento científico corrente, em franca oposição a sistemas filosóficos engessados, insurge-se, como afirma Canguilhem (2002), Bachelard (1978a, p.91), pontuando que no afã de “julgar o pensamento científico é preciso não partir duma atitude filosófica geral. Cedo ou tarde, é a filosofia científica que tornará o tema fundamental da polêmica filosófica.”

Com efeito, Bachelard opõe-se ao modo com o qual filósofos da sua época compreendiam a razão e a ciência, uma vez que aqueles não conseguiram acompanhar as transformações sofridas pelo pensamento científico, notadamente a deflagração de variadas e relevantes teorias, verdadeiras novidades científicas, que apontavam para a possibilidade de existência de diferentes níveis de realidade (BULCÃO, 2009; REGO, 2014).

Dessa forma, diante de tão profunda revolução epistemológica, Bachelard compreende que a ciência impõe à razão o imperativo de se reestruturar e ao racionalismo a obrigação de alargar-se.

Nos convencemos de que um racionalismo que tenha corrigido julgamentos a priori, como aconteceu com os novos ramos da geometria, já não pode ser um racionalismo fechado... A ciência cria, com efeito, uma filosofia. O filósofo deve, portanto, tornar flexível sua linguagem para traduzir o pensamento contemporâneo em sua versatilidade e mobilidade. (BACHELARD, 1978a, p.92).

Bachelard empreende, assim, a construção de uma epistemologia racionalista bastante original, caracterizada, fundamentalmente, por compreender, de um ponto de vista dialético e sintético, o alargamento deflagrado pelo novo espírito científico; dito de outro modo, em sua epistemologia, Bachelard objetiva explicitar os processos dialéticos que forçaram o alargamento do pensamento.

Assim, o racionalismo do filósofo francês afasta-se de uma concepção estática, fechada, encerrada de razão. Destarte, o racionalismo bachelardiano teve, por necessidade, que se constituir em um racionalismo aberto: afinal, o novo espírito científico exclamava que “as categorias da razão humana se transformam na História – ou seja, a razão se transforma junto com a sociedade, com a ciência e com a própria metafísica.” (BERTOCHE, 2019, p. 169).

Desse modo, deve-se compreender o racionalismo bachelardiano como um ultra-racionalismo, um surracionalismo, um racionalismo complexo, erigido em consonância às novidades epistemológicas desencadeadas pelo novo pensamento científico. Ademais, ao assumir que sua obra *O Novo Espírito Científico* tem como objetivo epistemológico “captar o pensamento científico contemporâneo em sua dialética e mostrar assim a novidade essencial que lhe é própria”, Bachelard (1978a, p.97) se propõe, em sua dialética epistemologia, a descrever os movimentos sintéticos desenvolvidos pelo novo espírito científico, expressão da práxis dialética que lhe constitui.

Neste sentido, o filósofo francês entende que a epistemologia deve ter como ponto de partida a concreta práxis científica, não se fundamentando em uma concepção pura de ciência que – fixada a princípios gerais, desarraigada da materialidade laboratorial, da aplicação – seguia em sua busca pela unidade do pensamento, ignorando a pluralidade dos fatos, métodos e experimentos científicos. Afinal, como destaca Rego (2014, p.22):

As profundas transformações ocorridas no campo da ciência apontam para a necessidade de uma nova concepção epistemológica já que essas filosofias, marcadas pela fixidez e determinismo, são insuficientes para alcançar a extensão de métodos e a multiplicidade de objetos, apresentadas pelas novas ciências. A noção de substância, de tempo absoluto e de espaço plano, a existência de partículas sólidas elementares e seu modo de funcionamento, a natureza causal dos fenômenos físicos, assim como a descrição objetiva da natureza perdem a força no Novo Espírito Científico para noções conceituais marcadas pelos princípios de probabilidade e incerteza.

Destarte, dado o seu caráter aberto, o novo espírito científico não poderia ser compreendido por sistemas filosóficos fechados. Desse modo, para perscrutar adequadamente a nova racionalidade científica, Bachelard erige uma epistemologia que concebe uma razão também aberta, móvel, que evolui assimilando novos conhecimentos, retificando a si mesma, a seus métodos e a seus próprios princípios; uma razão que se desenvolve na História, enfrentando e ultrapassando obstáculos, de modo descontínuo, ensaiando as abstrações mais audazes (BULCÃO, 2009; BARBOSA; BULCÃO, 2004). “Não há mais espaço para um espírito fechado em verdades plenas e absolutas e sustentado em princípios enraizados.” (REGO, 2014, p. 12).

Outrossim, no âmago do pensamento científico das primeiras décadas do século XX, desenvolviam-se processos dialéticos de relativização dos princípios teóricos fundamentais das ciências correntes, que implicaram na deflagração de uma nova compreensão da razão. Dessa forma, defendendo a necessidade de uma visão de razão em consonância ao novo espírito científico, Bachelard (1996, p.20), pontua que “as crises de crescimento do pensamento implicam uma reorganização total do sistema de saber...Pelas revoluções espirituais que a invenção científica exige, o homem torna-se uma espécie...que tem necessidade de mudar.”

Neste sentido, Bachelard sublinha que a tese de De Broglie, erigida em 1924, – relativa ao caráter dual onda-partícula das espécies elétricas e sub-atômicas – por associar tão intimamente matéria à energia, abala fortemente as concepções epistemológicas tradicionais, como a kantiana, que entendiam a razão enquanto estrutura a priori, ou seja: imóvel, fechada, absoluta. (BERTOCHE, 2019).

Com efeito, Bachelard encontrara nas concepções atomísticas promulgadas pelo pensamento científico das primeiras décadas do século XX um primoroso suporte para a construção de uma original metafísica, na medida em que esta consiga reunir pensamentos que, apesar de epistemológicos opostos, consigam operar

conjuntamente. (BERTOCHE, 2019). Assim, a respeito da existência – no seio da práxis científica deste tempo histórico – de ‘metafísicas’ epistemologicamente distintas, sublinha Bertoche (2019, p. 186), em consonância com o pensamento bachelardiano, que “não mais podemos pensar na metafísica no sentido tradicional, pois não mais se pretende explicar, dogmaticamente, toda a realidade a partir de um único sistema.”

Destarte, Bachelard elabora uma epistemologia que visa apreender a dialética do pensamento científico, explicitando o processo de alternância epistemológica que se estabelece entre os a priori e os a posteriori, ao mesmo tempo em que afirma os indissolúveis nexos entre racionalismo e empirismo, matrizes propulsoras da própria essência da práxis científica. (BARBOSA; BULCÃO, 2004). Dessa forma, frente à emergência da novidade que trazia o pensamento científico corrente, às tradições epistemológicas caberiam “respeitar a estranha ambiguidade que pretende seja todo o pensamento científico interpretado ao mesmo tempo na linguagem realista e na linguagem racionalista” (BACHELARD, 1978a, p. 92).

Ademais, para Bachelard, qualquer Filosofia da Ciência que deseje ser efetivamente contemporânea, concretamente conectada ao novo espírito científico, deve contemplá-lo sob as lentes de um dualismo epistemológico constitutivo. Assim, para uma devida perscrutação do pensamento científico contemporâneo, é imprescindível não partir de atitudes filosóficas dogmáticas, gerais, mas de uma abertura suficientemente capaz de captar “uma dualidade, uma espécie de polarização epistemológica que tende a classificar a fenomenologia...sob a dupla etiqueta do realismo e do racionalismo” (Ibid, p.91).

Bachelard (1978b, p.4), conforme já ressaltado, compreende a epistemologia elaborada pelos filósofos tradicionais como uma epistemologia fraca, “acantonada... no estudo... dos princípios muito gerais ou... dos resultados particulares.” Com efeito, não traduzem o novo espírito científico, não expressam o seu dialético amálgama constitutivo, que abrange esferas tais quais a experimentação, a técnica e a racionalidade, que se alternam obrigatoriamente.

Se pudéssemos traduzir filosoficamente o duplo movimento que atualmente anima o pensamento científico, aperceber-nos-íamos de que a alternância do a priori e do a posteriori é obrigatória, que o empirismo e o racionalismo estão ligados, no pensamento científico, por um ... laço... com efeito, um deles triunfa dando razão ao outro; o empirismo precisa de ser compreendido; o racionalismo precisa de ser aplicado.... um racionalismo...

sem aplicação à realidade... não pode convencer plenamente...Legitima-se um raciocínio fazendo dele a base de uma experiência. (Ibid, p.4-5).

O novo espírito científico, sintoma de uma incontestável dinamicidade epistemológica entre pólos complementares como teoria e prática, razão e experiência, segundo Bachelard (Ibid, p.5), deve ser compreendido pelas lentes de um dualismo epistemológico- dialético.

A ciência... tem a necessidade de uma filosofia com dois pólos...; tem necessidade de um desenvolvimento dialético, porque cada noção se esclarece de uma forma complementar segundo dois pontos de vista filosóficos diferentes... Cada uma das doutrinas filosóficas que esquematizamos pelos nomes de empirismo e racionalismo é o complemento efetivo da outra. Uma acaba a outra.

Não obstante o dualismo ser tão bem caracterizado pelo filósofo francês, a epistemologia bachelardiana aponta para a existência de um nítido vetor epistemológico a se movimentar no interior do específico processo histórico constitutivo da ciência. Deste modo, sublinha Bachelard (Ibid, p.5): “uma das direções metafísicas deve ser sobrevalorizada: a que vai da razão à experiência;” e não do real externo à Ideia, “como o professavam todos os filósofos de Aristóteles a Bacon. Em outras palavras, a aplicação do pensamento científico parece-nos essencialmente realizante.” (BACHELARD,1978a, p.92).

Outrossim, considera Bachelard (Ibid, p. 92) que “pelo próprio fato de a filosofia da ciência ser uma filosofia que é aplicada, não pode conservar a pureza e a unidade da filosofia especulativa,” concebendo a razão como uma instância absoluta, fechada, imóvel, que impõe categorias universais, permanentes à metodologia experimental, ignorando que “a atividade espiritual da ciência moderna se empenha em construir um mundo à imagem da razão. A atividade científica realiza, em toda a força do termo, conjuntos racionais.” (Ibid, p. 96).

Neste sentido, para perscrutar adequadamente o pensamento científico, o filósofo francês constrói uma epistemologia histórica, apresentando a racionalidade científica em seu devir histórico, em sua construção histórica. Trata-se, desse modo, em Bachelard, de uma Filosofia das Ciências para a qual a historicidade é categoria norteadora, fundamental, sendo o pensamento científico entendido como uma “uma evolução do espírito, que aceita variações, respeitantes à unidade e à perenidade da razão” (BACHELARD, 1978b, p. 6).

Por objetivar ser adequada ao devir da racionalidade científica, a Filosofia da Ciência de Bachelard é aberta, histórica, porquanto sempre inacabada: concebendo

a razão em sua historicidade, busca identificar e caracterizar as incontáveis retificações por meio das quais o pensamento evolui, em suas constantes ultrapassagens de seus próprios princípios. Mais ainda, a epistemologia histórica bachelardiana se propõe a “encarar o efeito reativo dos conhecimentos científicos sobre a estrutura racional” (Ibid, p.6), constituindo-se como uma filosofia aberta, “como a consciência de um espírito que se funda trabalhando sobre o desconhecido, procurando no real aquilo que ultrapassa conhecimentos anteriores.” (Ibid, p.7).

Assim, a dialética epistemologia bachelardiana, enquanto também uma epistemologia histórica, concebe, de modo bem próprio, o processo histórico em que a ciência se insere, como um devir em que, por meio de rupturas epistemológicas, ultrapassando obstáculos, o saber científico progride, os conceitos científicos evoluem, a práxis científica conquista uma maior e mais complexa racionalidade: desse modo, a Razão se fortalece, a Ideia se dialetiza, o Espírito se enriquece.

Existe um progresso que é indiscutível; o progresso científico, considerado como hierarquia de conhecimentos, no seu aspecto especificamente intelectual. Vamos, pois, tomar para eixo do nosso estudo filosófico o sentido deste progresso...O sentido da evolução filosófica dos conceitos científicos é tão claro que se torna necessário concluir que o conhecimento científico ordena a própria filosofia. O pensamento científico fornece, pois, um princípio para a classificação das filosofias e para o estudo do progresso da Razão. (Ibid, p.12).

Com efeito, a História do conhecimento científico organiza, como sublinha Bachelard, a sua epistemologia; para este autor, somente uma epistemologia histórica pode vislumbrar um entendimento real, vivo, do devir da racionalidade científica; e mais ainda, possibilitar um adequado entendimento da dialética práxis científica contemporânea. Ademais, nesta práxis, deflagraram-se aberturas dialéticas, incessantes retificações do saber que culminam em uma profunda ampliação do conhecimento, expressão do devir histórico da razão, cuja potência reside na capacidade de se coordenar ativamente. Refletindo sobre o denominado “problema da novidade científica” e sua reação sobre a estrutura do Espírito, Bachelard (1978a, p.176) detalha que:

Se agora se coloca o problema da novidade científica no plano mais propriamente psicológico, não se pode deixar de ver que este procedimento revolucionário da ciência contemporânea deve reagir profundamente sobre a estrutura do Espírito. O Espírito tem uma estrutura variável desde o instante em que o conhecimento tem uma história... É essencialmente uma retificação do saber, um alargamento dos quadros do conhecimento. Ele julga seu passado histórico, condenando-o. Sua estrutura é a consciência de suas faltas históricas. Cientificamente, pensa-se o verdadeiro como retificação

histórica dum longo erro; pensa-se a experiência como retificação da ilusão comum e primeira. Toda a vida intelectual da ciência atua dialeticamente sobre esta diferencial do conhecimento... A essência mesma da reflexão é compreender que não se havia compreendido. Os pensamentos não-baconianos, não-euclidianos, não- cartesianos são resumidos nas dialéticas históricas que apresentam a retificação dum erro, a extensão dum sistema, o complemento dum pensamento.

Amalgamada à sua natureza histórica, a epistemologia bachelardiana é fundamentalmente dialética, originalmente dialética. Destarte, em seu esforço de compreensão do novo espírito científico, Bachelard desenvolve uma epistemologia dialética, concebida como uma Filosofia do Não. Mas vale desde já frisar que este não aqui não deve ser contemplado como um conectivo lógico redutor, niilista, mas ampliador, em consonância com um pensamento filosófico que dialoga com o status de uma razão científica aberta, em sua dinâmica atravessada por retificações, superações e generalizações dialéticas.

Assim, este não, no âmbito da epistemologia dialética bachelardiana, é símbolo de uma contraposição às concepções epistemológicas clássicas, fechadas em seus sistemas de axiomas. Desse modo, conforme sublinha Rego (2014, p.72), “aponta para ... a conseqüente renovação dos modos de pensar na contemporaneidade..., como veículo de ampliação, transformação e avanço do conhecimento.” Com efeito, como emérito símbolo do dialético pensamento bachelardiano, este ilustre Não não traduz

uma vontade de negação. Não procede de um espírito de contradição que contradiz sem provas, que levanta sutilezas vagas. Ela não foge sistematicamente às regras. Pelo contrário, é fiel às regras no interior de um sistema de regras. Ela não aceita a contradição interna. Não nega seja o que for, seja quando for, seja como for. É a articulações bem definidas que ela imprime o movimento indutivo que a caracteriza e que determina uma reorganização do saber numa base alargada. (BACHELARD, 1978b, *Ibid*, p. 82).

Nesse sentido, conforme sublinha Bachelard (*Ibid*, p. 7): “Antes de mais, é preciso tomar consciência que a experiência nova diz não à experiência anterior...; mas este não nunca é definitivo para um espírito que sabe dialetizar os seus princípios.” Destarte, sua Filosofia do Não se mostra fiel às regras na esfera de um sistema de regras, como se poderia esperar de uma filosofia que não é expressão de uma vontade de negação, nem de uma razão que aceita a contradição interna.

É importante reiterar que a epistemologia dialética de Bachelard, inspirada em um novo espírito científico, caracterizado pela associação entre uma gigantesca potência de integração e uma profunda liberdade de variação, funda-se nas críticas

tecidas aos rígidos, a-históricos, fechados, imobilizadores modos com que a razão era concebida. Erigindo novas problemáticas epistemológicas e ontológicas, as novidades trazidas pelas práxis científicas contemporâneas a Bachelard indicavam a este filósofo a necessidade de elaboração de uma Filosofia da Ciência originalmente dialética, capaz de perscrutar adequadamente as diversas aberturas e renovações epistemológicas desenvolvidas por aquele novo e complexo pensamento científico.

Dessa forma, pode-se conceber a epistemologia dialética bachelardiana, a sua Filosofia do Não, como

uma “filosofia do trabalho”, pois retifica constantemente os conceitos, fazendo-os variar tanto em extensão como em compreensão, possibilitando, assim, deslocamentos de sentido. A sua proposta é de inclusão, complementaridade. Não se trata de ultrapassar certos conceitos, mas de remetê-los a novas possibilidades. O jogo imposto pela dialética bachelardiana entrelaça constantemente o real e o racional, facilitando a renovação constante das teorias e modificando as suas condições de aplicabilidade. (REGO, 2014, p. 74).

Com efeito, a epistemologia bachelardiana é, indubitavelmente, dialética. Mas como se deve conceber Dialética em Bachelard? O que ela designa? Segundo Canguilhem (2012, p. 208), excluindo a contradição lógica como instância motora da coordenação dos elementos conceituais, a dialética bachelardiana compreende “uma consciência de complementaridade e de coordenação dos conceitos.”

Mais ainda, indica Canguilhem (Ibid, p. 207) que se deve entender Dialética, em Bachelard, como um “movimento indutivo que reorganiza o saber, ampliando suas bases, onde a negação dos conceitos e dos axiomas é somente um aspecto de sua generalização.” Ademais, vale salientar que a compreensão bachelardiana deste processo indutivo, dialético encontra-se alicerçada à uma concepção de retificação conceitual, que abrange, por sua vez, inclusões, envolvimentos e ultrapassagens teóricas. (CANGUILHEM, 2012).

Outrossim, fundada numa dialética do esclarecimento das noções, em expressiva oposição a perspectivas lógicas que tratam as noções como coisas (CANGUILHEM, 2012), a Filosofia das ciências bachelardiana identifica a proliferação, no novo espírito científico, de processos de retificações do pensamento, que, aplicados a eixos racionais bem determinados, determinam a reorganização dos fundamentos da racionalidade, ao alargarem suas bases. Desse modo, no bojo do dialético pensamento bachelardiano, as retificações, sínteses, induções constituem-se em autênticas realidades epistemológicas.

Destarte, impulsionado pelo imperativo do ordenamento da Filosofia das Ciências pelas Ciências, a dialética filosófica empreendida por Bachelard visa se aproximar da dialética científica. (CANGUILHEM, 2012). Assim, destaca-se da epistemologia dialética bachelardiana, o seu inegável caráter construtivo, evidenciado pela forte preocupação em explicitar os processos de retificações que atravessam as noções, teorias e conceitos científicos fundamentais, no seio do novo espírito científico.

Dessa forma, deve ser reiterado que, não obstante compreender a razão como uma categoria polêmica, não se deve conceber a Filosofia de Bachelard como expressão de concepções caracterizadas por niilismos, negativismos, mas no quadro de um pensamento que visa perscrutar o dialético trabalho do Espírito: trabalho que se efetiva nos âmbitos racionais e experimentais, um trabalho que se constrói no âmbito da dialetização da Ideia, no seio da objetivação de fenômenos.

Perscrutando os possíveis sentidos associados à concepção de dialética em Bachelard, Bertoche (2019, p.19-20) acrescenta que aquela, pode ser vislumbrada como uma “categoria de valor”, para além de se constituir em um relevante método epistemológico, uma vez que o filósofo francês, ao abordar eixos nocionais fundamentais das ciências, almeja dialetizá-los. Com efeito, para Bachelard, “o pensamento que não se dialetiza, que permanece sempre idêntico a si, é um pensamento incapaz de acompanhar seu objeto.” (BERTOCHE, 2019, p.19-20).

Neste sentido, a categoria dialética no seio da epistemologia bachelardiana deve ser compreendida em conexão com a concepção de que “pensar corretamente o real é aproveitar as ambiguidades para modificar e alertar o pensamento.” (Ibid, p. 10). Assim, garante-se a indução de fenômenos científicos completos, no quadro do novo espírito científico, quando se dialetiza o pensamento. Sublinha Bachelard (1978b, p. 83) que o Espírito, ao dialetizar e dialetizar-se em sua práxis dualizante, “limita-se a pôr em movimento uma espécie de caleidoscópio lógico que abala repentinamente as relações, mas que mantém sempre as formas.”

Seguramente, a original dialética de Bachelard não se funda em “a prioris” característicos de dialéticas como a hegeliana, – “que procedem por oposição da tese e da antítese e da sua fusão numa noção superior, de síntese” (Ibid, p.82) –, mas numa compreensão de tese e antítese como instâncias complementares, apenas opostas, não contraditórias, mobilizadoras dos processos de aberturas epistemológicas desenvolvidos no pensamento, que integram a dialética do novo

espírito científico. Ademais, a dialética bachelardiana não poderia se fundamentar em a priori, porquanto visa a compreensão da concreta práxis científica contemporânea, do seu novo espírito; assim, constitui-se como tradutora do caminho seguido pelo Espírito no conhecimento e operação da natureza.

Outrossim, a dialética constitutiva da epistemologia bachelardiana caracteriza-se por uma expressiva originalidade, porquanto capaz de, ao lidar com sistemas justapostos, eleger a categoria complementaridade – e não a categoria contradição – como fundante para o entendimento das relações entre tese e antítese, no seio da práxis científica contemporânea. Trata-se, desse modo, em Bachelard, de um pensamento dialético preocupado

apenas com sistemas justapostos, com sistemas que, acerca de um ponto preciso, se colocam em relação de complementaridade, tem antes de mais nada a preocupação de nunca negar duas coisas simultaneamente. Não tem nenhuma confiança na coerência de duas negações. (BACHELARD, 1978b, p. 83)

Com efeito, o filósofo francês, em seu pensamento dialético, introduz, verdadeiramente, não apenas necessários fundamentos epistemológicos para o entendimento da novidade que a ciência contemporânea trazia, mas também, ao enunciar a ontologia do complementar, erige novas, versáteis e necessárias bases ontológicas.

Proporemos a essa altura uma espécie de pedagogia da ambiguidade para dar ao espírito científico a versatilidade necessária à compreensão das novas doutrinas. Assim, parece-nos que se devem introduzir na filosofia científica contemporânea princípios epistemológicos verdadeiramente novos. Um desses seria, por exemplo, a ideia de que os caracteres complementares devem ser inscritos na essência do ser, em ruptura com essa tácita crença de que o ser é sempre o sinal da unidade... Seria, portanto, conveniente fundamentar uma ontologia do complementar menos exacerbadamente dialética do que a metafísica do contraditório. (BACHELARD, 1978a, p.98).

Entendendo que, ao permanecer em contato com a tese, a anti-tese otimiza o desenvolvimento do pensamento científico, ao permitir a deflagração de generalizações dialéticas, Bachelard (1978b, p. 83) afirma, mais uma vez, o poder construtivo do não, da negação, no seio do novo espírito científico, quando sublinha que “a negação deve permanecer em contato com a formação primeira. Deve permitir uma generalização dialética,” que, pela negação, conclui o que nega. “De fato, todo o desenvolvimento do pensamento científico de há um século para cá provém de tais generalizações dialéticas com envolvimento daquilo que se nega.” (Ibid, p. 83).

Para Rego (2014), a epistemologia dialética de Bachelard, compreendendo que os objetos constitutivos do novo pensamento científico são ultra-objetos – númenos, em uma acepção não-kantiana – e portanto, podem ter propriedades que se verificam em experiências de tipos opostos, contrapõe-se a concepções filosóficas embasadas por princípios aristotélicos, como os da identidade. Assim, Rego (2014, p.84) destaca que um dos núcleos centrais da Filosofia do Não remete

a esta proposta de complementaridade, de poder fazer conviver o que tradicionalmente seria contraditório. As teorias na contemporaneidade não são, na verdade, sobrepostas, mas justapostas. Elas convivem mutuamente, passando de uma epistemologia dedutiva e analítica para uma epistemologia indutiva e sintética. Esta relação não se refere a uma escolha entre dois pólos de tensão, muito menos à sua síntese no sentido hegeliano, mas a possibilidade de existência de pensamentos opostos que não se excluem, mas que se acrescentam. A diferença entre o positivo e o negativo, ao invés de exigir uma escolha, demanda novos arranjos, novas justaposições que favorecem a multiplicação e a complementaridade.

Destarte, no âmbito de sua epistemologia dialética, o filósofo francês objetiva compreender os processos de generalizações dialéticas que abrangem noções, conceitos e teorias científicas. Dessa forma, além de sublinhar a importância de vincular as noções ao seu contexto funcional preciso, Bachelard (1978a, p.102) esclarece que “a essência de uma noção... se mede pelas possibilidades de deformação que permitem estender a aplicação desta noção”, complexificando-a, alargando-a, no âmago de um processo de abertura dialética.

Ademais, dada a relevância que a categoria dialética assume no âmago da epistemologia bachelardiana, Da Costa (1980, p.18), refletindo sobre os processos de dialetizações conceptuais desenvolvidos na Física, notadamente os deflagrados nos campos da Relatividade e Quântica, sublinha:

Dialetizar determinada concepção significa ... questioná-la, reformulá-la, negá-la mesmo, demonstrando que os pressupostos a ela subjacentes são por demais ingênuos, devendo ser, ou já tendo sido substituídos por outros novos, mais finos e melhor adaptados aos fatos; isso acontece especialmente quando surgem evidências e situações recentes que forçam a alteração dos padrões explicativos antigos. [...] a teoria da relatividade nasceu de uma dialetização da física newtoniana, da mesma forma que a mecânica quântica dialetizou, entre outros, o conceito de corpúsculo elementar, entendido como partícula sujeita às leis da mecânica tradicional.

Desse modo, é inegável a relevância que a categoria dialética conquista no seio do pensamento epistemológico de Bachelard. Assim, refletindo sobre as concepções filosóficas de substância vigentes, o filósofo francês concebe a necessidade de dialetizá-la. Neste sentido, face às profundas novidades deflagradas

pela práxis científica de seu momento histórico, não há mais espaço epistemológico para que continuem sendo sustentadas as rígidas concepções filosóficas tradicionais de substância, sejam estas aristotélicas, cartesianas ou kantianas, tais quais: imanente causa do real; o que existe, independentemente do modo de existência do outro; ou, enfim, a pura permanência do real no tempo. (REGO, 2014).

Outrossim, ao perscrutar o novo espírito científico, Bachelard (1978a, p. 102) – em seu esforço epistemológico de, para além do criticismo kantiano, explicitar os processos de generalizações dialéticas desencadeados na esfera dos eixos teórico-conceituais fundantes do pensamento científico – concebendo a categoria substância, no âmbito de uma dialético não-kantismo, como indissociada da categoria relação, afirma que a simplicidade “não será mais ... a qualidade intrínseca de uma noção, mas só uma propriedade extrínseca e relativa, contemporânea da aplicação, tomada numa relação particular.” Afinal, conforme sublinha Canguilhem (2012, p. 211), uma vez que

as substâncias químicas elementares se resolvem em elétrons cuja substancialidade é evanescente, se o elétron escapa à categoria de conservação, o conceito de substância só é susceptível de um uso não-kantiano. E se a solidariedade das três categorias, substância, unidade, causalidade, provoca que a modificação da primeira repercute sobre o uso das outras, é preciso examinar a possibilidade de estabelecer um ... não-kantismo.

Dessa forma, seguindo sob o firme propósito de elucidar o caráter sintético e coerente próprio das aberturas dialéticas, a epistemologia bachelardiana almeja e consegue, com êxito, explicitar movimentos no novo espírito científico, que deflagaram “a desconcretização das noções de base e, de outro lado, a concretização das relações entre essas noções descoloridas.” (1978a, p. 104).

Mais adiante, afirma Bachelard (Ibid, p.114): “quando, a propósito de conceitos particulares, se faz o balanço dos conhecimentos no sistema do século XIX e no sistema do século XX, deve-se concluir que esses conceitos se alargaram, tornando-se mais precisos.” Com efeito, a teoria da relatividade “nasceu duma reflexão sobre os conceitos iniciais, duma contestação das ideias evidentes, dum desdobramento funcional das ideias simples.” (Ibid, p.112).

O pensamento bachelardiano explicita o modo pelo qual o novo espírito científico depura, complexifica, dialetiza noções científicas de base. Assim, compreendendo a profunda dialética que abrange a constituição do novo espírito científico, em que o pensamento opera complexificando noções, multiplicando funções internas, o epistemólogo francês aprofunda ainda mais a sua compreensão

do racionalismo complexo, identificando nele elementos constitutivos que o caracterizam como um racionalismo funcional, vivo e diverso.

A noção simples dá lugar a uma noção complexa... O número das funções internas multiplica-se... Numa noção particular, numa noção elementar, o racionalismo se multiplica, se segmenta, se pluraliza... Surgem corpos de explicação, corpos de racionalização... Ao multiplicar-se, o racionalismo... é tocado pela relatividade: uma organização é racional relativamente a um corpo de noções. Não existe razão absoluta. O racionalismo é funcional. É diverso e vivo. (BACHELARD, 1978b, p.18).

Destarte, na região do novo espírito científico, “o material nocional..., as noções em via de dialetização são delicadas.” (BACHELARD, 1978b p.30). Assim, perscrutar epistemologicamente cada noção pode possibilitar a caracterização do nível de complexidade “da definição adotada, tudo o que esta definição distingue, delimita, recusa” (Ibid, p.9), ao mesmo tempo em que poder-se-ia verificar as possibilidades de surgimento das condições dialéticas de uma conceituação científica distinta da atual.

Dessa forma, em seu esforço de investigação e compreensão das dialéticas que integram variações teóricas, aberturas epistemológicas, retificações conceituais desenvolvidas pelo profundo e revolucionário novo espírito científico, o filósofo francês apresenta um exemplo que remete, na Matemática, às extensões conceituais de paralelismo, no âmbito da ultrapassagem da geometria euclidiana pela geometria não-euclidiana.

Passamos, neste caso, de uma conceitualização fechada, bloqueada, linear a uma conceitualização aberta, livre... Nas novas geometrias a noção de paralela perdeu claramente o seu absoluto, é relativa a um sistema particular de postulados... A noção de paralela comportava uma estrutura condicional. Compreendemo-lo quando vemos a noção assumir uma outra estrutura noutras condições. Isso basta para provar que o estado de espírito estritamente euclidiano encobria um erro filosófico essencial. (BACHELARD, 1978b, p.81).

Outrossim, debruçado sobre o problema das dialetizações nocionais, Bachelard (1978a, p.116) sublinha que “as relações teóricas entre as noções modificam a definição das noções tanto quanto uma modificação na definição das noções modifica suas relações mútuas.” Desse modo, o pensamento científico empreende um esforço de reelaboração teórica que culmina no estabelecimento de hierarquias nocionais. Neste sentido, para Bachelard (1978b, p. 19): “A hierarquia das noções apresenta-se como uma extensão progressiva do domínio da racionalidade”; extensão esta que explicita todo o seu caráter dialético, numenal, uma vez que

“apresentam-se todas inicialmente como númenos à procura do seu fenômeno” (Ibid, ibidem).

Conforme apontamos, preocupado em explicitar as complexas aberturas expressas no pensamento científico corrente, Bachelard erige a sua Filosofia do Não, que originalmente dialética, consegue expressar o status epistemológico desse novo racionalismo, desse racionalismo complexo, desse ultra-racionalismo. Assim, evidenciando uma das mais importantes características de sua perspectiva epistemológica, que remete à compreensão da categoria abertura epistemológica, afirma: “a tese que defendemos ... contradiz a maneira habitual de designar dogmaticamente as noções de base.” (Ibid, p.170), uma vez que “a explicação científica tende a colher, em sua base, elementos complexos.” (Ibid, p.172).

Com efeito, o pensamento epistemológico bachelardiano entende que, no interior da dialética práxis científica contemporânea, os diálogos desenvolvidos entre a razão e a experiência implicam incessantemente que, no campo das noções, conceitos e postulados científicos, aberturas epistemológicas sejam objetivadas, culminando em profundas e efetivas modificações de sistemas de racionalidade.

Logo, Bachelard erige uma Filosofia das Ciências sintonizada com esse novo e revolucionário cenário científico, em que se evidencia uma notável flexibilização do universo do entendimento, notadamente quando “a afirmação de uma possibilidade aparece como antecedente de uma realidade,” (BACHELARD apud REGO, 1929, p.87), ou seja, o a priori do real, o possível, atesta o fato epistemológico de que “o espírito aceita uma realidade que se tornou uma peça de seu próprio jogo” (Ibid, p.87).

Ademais, elaborando sua Filosofia do Não, Bachelard afirma que, do ponto de vista epistemológico, os progressos dialéticos efetuados pelo pensamento científico ilustram o sentido racional do movimento. Ao evoluir, sublinha o filósofo francês, cada conhecimento científico conquista uma maior coerência racional. Ao aprofundar-se um saber, razões coordenam-se mais fortemente. “A menor ordenação introduz fatores racionais; quando se avança no pensamento científico, aumenta o papel das teorias.” (BACHELARD, 1978b, p.12).

Do interior de sua dialética Filosofia do Não, Bachelard, apresenta, por meio da análise da práxis científica contemporânea, o dialético devir da Ideia em toda a sua sutileza, explicitando os modos como se completa o seu trabalho de objetivação. Nesta dialética região do racionalismo, a Ideia pensa, sonha, se aventura; “procura

uma iluminação do pensamento através do pensamento” (Ibid, p.22), para realizar, realizar-se, construir, criar, elevar-se.

Verifica-se, assim, que no novo espírito científico, a razão – em sua autonomia histórica – se permite dialetizar num nível cada vez mais profundo, promovendo aberturas e complexificações no pensamento científico, expressando o vetor da historicidade científica: vetor que não hesita em confrontar, em atacar, em demolir as bases do saber constituído; e, ao mesmo tempo, estabelecer, organizar uma nova racionalidade, uma dialética racionalidade. “Para que o conhecimento tenha toda a sua eficácia é preciso agora que o Espírito se transforme. É preciso que ele se transforme nas suas raízes para poder assimilar nos seus frutos.” (Ibid, p. 87).

Cabe, reitera Bachelard (1978b, p. 84) aos filósofos da ciência, “experimentar as aberturas do racionalismo umas após outras. Devem procurar um a um os axiomas a dialetizar.” Assim, a ciência, conforme sublinha Bachelard, instrui a razão, impulsiona-lhe a realizar o seu devir, a se dialetizar, a dobrar-se às novas condições do saber.

A Razão deve obedecer à Ciência, à Ciência em devir. O Espírito deve dobrar-se às condições de Saber. Deve criar nele uma estrutura correspondente à estrutura do Saber. Deve mobilizar-se em torno de articulações que correspondem às dialéticas do Saber. (Ibid, p. 87).

Ademais, no interior da dialética e histórica epistemologia bachelardiana, profundamente conectada a uma concepção alicerçada no pluralismo epistemológico, uma categoria assume enorme relevância: perfis epistemológicos. Para Bachelard (1978b, p. 8), a filosofia das ciências deve se constituir em uma filosofia dispersa, distribuída, plural. Desse modo, os múltiplos problemas, hipóteses e experiências “do pensamento científico deveriam ... receber diferentes coeficientes filosóficos.” (Ibid, p. 8).

Destarte, o epistemólogo francês ressalta o caráter limitado de filosofias parciais, como o idealismo e realismo, na medida em que, no máximo, conseguiam apenas esclarecer alguma face do conceito, carecendo de “uma escala polêmica suficiente para localizar os diversos debates da filosofia científica.” (Ibid, p. 24). Articulada à concepção de pluralismo epistemológico, a utilização da noção de perfis epistemológicos mais do que possibilitar a visualização e a perscrutação das condições dialéticas de cada definição, contribui para um adequado entendimento da “ação psicológica e efetiva das diversas filosofias na obra do conhecimento.” (Ibid, p.24-25)

Com efeito, Bachelard insiste que, para um devido uso do conceito de perfis epistemológicos, no quadro de uma psicologia do espírito científico, não se deve ignorar seu assentamento em uma dupla referência a um conceito determinado e a um sujeito particular, historicamente condicionado. Assim, a partir desse entendimento, torna-se possível a construção de um conjunto sólido dos perfis epistemológicos das noções de base, necessária para o estudo da eficácia epistemológica das diversas filosofias.

Neste sentido, efetiva-se uma análise filosófica espectral determinante para a compreensão do modo como “as diversas filosofias reagem ao nível de um conhecimento objetivo particular,” (Ibid, p. 28), uma vez que

Um conhecimento particular pode expor-se numa filosofia particular; mas não pode fundar-se numa filosofia única: o seu progresso implica aspectos filosóficos variados... A qualquer atitude filosófica geral, pode opor-se, como objeção, uma noção particular cujo perfil epistemológico revela um pluralismo filosófico. Uma só filosofia é, pois, insuficiente para dar conta de um conhecimento preciso...Cada filosofia fornece apenas uma banda do espectro nocional, e é necessário agrupar todas as filosofias para termos o espectro nocional completo de um conhecimento particular. Naturalmente, nem todas as noções têm, em relação à filosofia, o mesmo poder dispersivo. É raro que uma noção tenha um espectro completo...Só será, pois, possível, descrever a vida filosófica das noções estudando as noções filosóficas implicadas na evolução do pensamento científico. (Ibid, p.29).

Fundada tão solidamente nas noções de pluralismo epistemológico e perfis epistemológicos, a filosofia dialética de Bachelard concebe a ciência sob um ponto de vista original, específico, quando a entende em seu caráter ativo, aberto, plural, dinâmico, histórico; caráter este que apresenta a racionalidade científica em conexão vital, indissolúvel, imbricada a categorias tão caras ao realismo, empirismo, materialismo, como experimentação, laboratório, real, aparato técnico-instrumental.

No seio de elaborações de categorias relevantes, como perfis epistemológicos, para sua Filosofia, Bachelard, no que remete mais detidamente ao entendimento do novo espírito científico, concebe a necessidade de criação de uma categoria que conseguiria constituir-se num retrato epistemológico móvel da conjuntura histórica deflagrada, nas ciências, a partir, notadamente, do início do século XX. Trata-se, aqui, da categoria racionalismo aplicado.

Esse racionalismo aplicado, este racionalismo que retoma os ensinamentos fornecidos pela realidade para os traduzir em programa de realização, goza ... de um privilégio recente. Para este racionalismo prospector, muito diferente do racionalismo tradicional, a aplicação não é uma mutilação.... a realização de um programa racional de experiência determina uma realidade experimental sem irracionalidade. ... o fenômeno ordenado é mais rico que o

fenômeno natural... a ciência... contemporânea é uma construção racional: ela elimina a irracionalidade dos seus materiais de construção. O fenômeno realizado deve ser protegido contra toda a perturbação irracional. ... para o racionalismo científico, a aplicação não é uma derrota, mas um compromisso... a razão quer aplicar-se. Se se aplica mal, modifica-se. Não nega por isso os seus princípios, dialetiza-os. (BACHELARD, 1978b, p.5).

Destarte, Bertoche (2019), entendendo a expressão racionalismo aplicado como conceitualmente semelhante a outras expressões bachelardianas como racionalismo dialético, materialismo racional e surracionalismo, ressalta que o filósofo francês concebe a práxis científica de sua época como um processo de construção tecno-racional do conhecimento e do real, constituído por um complexo amálgama dialético no qual se inserem a razão e a experimentação.

Assim, em seu esforço de compreensão da concepção bachelardiana de real científico, Bertoche (2019) destaca o eminente caráter racional deste, ao sublinhar que o mesmo não é entendido por Bachelard como um dado, um objeto naturalmente dado, mas um constructo produzido por um trabalho fenomenotécnico, por um processo de desrealização, em que o real é inventado, criado.

Bachelard propõe uma inversão do realismo comum: a realização do objeto científico é a criação de um real que anteriormente não existia na natureza... Não mais é possível descrever um objeto científico por meio de características do próprio objeto; ele deve ser descrito em função das condições fenomenotécnicas que estabelecem os parâmetros nos quais o fenômeno é produzido. As características objetivas não pertencem ao objeto, mas referem-se ao complexo racional- material no qual o objeto é definido... O objeto não é descoberto, mas produzido – e sua definição como objeto é determinada em função de seu método de produção. (BERTOCHE, 2019, p.156).

Ademais, no interior da dialética epistemologia bachelardiana, entende-se o fazer científico contemporâneo como uma construção técnico-racional de fenômenos, uma fenomenotecnia, no âmago da qual os instrumentos científicos constituem-se em expressão da materialização das teorias, dos projetos teóricos de realização do real. No laboratório, mediante a colaboração da técnica, a razão prepara o fenômeno, produz o fenômeno, cria o fenômeno, colocando em parêntesis o real mais imediato.(SILVA, 2014; CHAMIZO, 2006, 2009, 2010).

Desse modo, ao compreender a práxis científica como eminentemente fenomenotécnica, a epistemologia de Bachelard não apenas desautoriza a concepção daquela prática como uma mera reprodução de um real, como também complexifica a conceituação de realidade, de objeto. (BARBOSA, 2003). O real científico deveria, a partir de então, ser concebido como uma criação, construção,

elaboração levada a cabo por um processo em que operam, em uma dialética colaboração, a razão e a técnica. Ressaltando essa colaboração e o caráter artificial do real científico, Barbosa (2003, p. 36) afirma, acerca do real científico que este “não aparece naturalmente, ele é constituído por uma consciência de interpretação instrumental e teórica que torna impossível dividir um pensamento experimental puro e uma teoria pura.”

Contemplando as relações desenvolvidas entre razão e real no profundo espectro do novo espírito científico, Bachelard (1978b, p.20) pontua que a Ideia “procurará a sua realização, as suas realizações.” Sem hesitar, a razão busca realizar novos conceitos “sem raiz na realidade comum: desse modo, a realização leva a melhor sobre a realidade. Esta primazia da realização desclassifica a realidade” (Ibid, p.21). A razão quer aplicar-se. “Se se aplica mal, modifica-se. Não nega por isso os seus princípios, dialetiza-os...Se aplica determinando uma superação dos seus princípios.” (Ibid, p. 5).

Com efeito, é notável, para o filósofo francês, o poder de objetivação do real, que, na contemporaneidade científica, a razão detém. Assim, por meio da práxis científica, a Ideia se atribui um dever: o de se realizar, se materializar do modo mais absoluto e amplo possível.

Um cientista só conhece verdadeiramente uma realidade quando a realizou, quando deste modo é senhor do eterno recomeço das coisas e quando constitui nele um retorno eterno da razão. Aliás, o ideal de realização é exigente: a teoria que realiza parcialmente deve realizar totalmente. Ela não pode ter razão apenas de uma forma fragmentária. A teoria é a verdade ... que ainda não encontrou a sua realização completa. O cientista deve procurar esta realização completa. É preciso forçar a natureza a ir tão longe quanto o nosso espírito. (Ibid, p.21).

Dessa forma, uma teoria, à luz do racionalismo aplicado, visa se realizar, ser realizada, encontrar a sua realização, enquanto constrói um particular objeto científico, que “não se institui senão ao longo de um processo de objetividade racional” (BACHELARD, 1990, p.37). Bulcão, célebre intérprete de Bachelard, entendendo que “toda a epistemologia bachelardiana se apoia na tese da construção do objeto científico” (2009, p.90), pontua que ao erigir essa tese, o filósofo francês explicita que a ciência contemporânea não apenas rompe com a noção de dado, mas delega à teoria um papel revolucionariamente novo.

A ideia de construção do objeto científico consiste na afirmação de que não há nem sujeito nem objeto previamente constituídos, sendo ambos constituídos ao longo do processo cognoscente. Para Bachelard, a ciência

de hoje não tem mais como objetivo a descoberta de fenômenos ou a descrição de leis; sua meta é formular organizações racionais que sejam tecnicamente realizáveis. A ideia de construção rompeu com a noção de dado, mostrando que na ciência contemporânea o que se chamava dado já é um resultado obtido através do diálogo entre razão e experiência. (BULCÃO, 2009, p.23)

Destarte, apontada, então, a ideia de objeto construído como núcleo das concepções bachelardianas de fenomenotécnica, faz-se premente sublinhar neste contexto que um mais completo entendimento da dialética epistemologia de Bachelard passa pela compreensão que a categoria númeno conquista no âmago do racionalismo aplicado. Nesse sentido, Bertoche (2019, p. 134) indica que a palavra fenomenotécnica fora usada pela primeira vez pelo filósofo francês na obra Númeno e Microfísica, de 1931, em que “Bachelard propõe um conceito de um númeno criado na Física matemática, ... na junção entre a teoria matemática e a construção de aparatos técnicos.”

Outrossim, Bachelard (2008, p.17) compreende que “essa numenologia esclarece uma fenomenotécnica pela qual fenômenos novos são não apenas encontrados, mas inventados, integralmente construídos.” Com efeito, o termo númeno, em Bachelard, conforme sublinhamos acima, encontra-se em sintonia nevrálgica com a sua concepção epistemológica de racionalismo aplicado, à medida em que aponta para o fato de que os objetos científicos, mais especificamente, os objetos do novo espírito científico, são construídos, objetivados por uma associação em que se imbricam a experiência e a teoria, conceitos e instrumentos técnicos. “Bachelard refere-se ao númeno como o centro para o qual convergem vetores racionais e experimentais, centro no qual se cria um objeto fenomenotécnico” (BERTOCHE, 2019, p. 134).

Desse modo, Bachelard propõe, em sua epistemologia dialética, uma nova visão de númeno, uma vez que este passa a ser concebido pelo filósofo francês como uma instância criada, objetivada, não-natural; mais ainda, tendo estrutura, é capaz de se experimentar. Conforme nos esclarece Bachelard (2008, p. 17): “esse númeno não é um simples postulado metafísico...Pela reflexão, nele encontramos uma estrutura complexa; é a essa complexidade... que ele deve sua objetividade discursiva.”

Essa concepção conduz o Espírito na dialética entre pensamento lógico e pensamento experimental – levando-o a acompanhar as duas direções simultaneamente. De modo muito claro, Bachelard afirma que não somente a teoria determina a experiência, mas também a experiência determina a forma da teoria... Ou seja, dialeticamente, também o fenômeno cria o

númeno, que é, por sua vez, dotado de mais potencialidades do que o próprio fenômeno. (BERTOCHE, 2019, p.135).

Ademais, refletindo sobre o modo como as noções de fenomenotecnia e númeno se relacionam no quadro da filosofia bachelardiana, Velanes (2015) entende que as profundas transformações no pensamento advindas das revoluções científicas desenvolvidas na primeira metade do século XX impactaram radicalmente as concepções epistemológicas tradicionais, notadamente as que remetem ao emblemático binômio númeno-fenômeno.

Assim, o criticismo kantiano, conferindo à noção de númeno o status de conceito limite de todo saber, fixava este ao exclusivo conhecimento fenomênico; ou seja, para Kant, só seria possível pleitear erigir conhecimento sobre o real sensível, a realidade manifestada, delegando ao númeno, à coisa- em-si, o espaço do mistério, do oculto, uma vez que seu conhecimento se vincula tão somente ao campo das puras intuições intelectuais. Neste sentido,

I. Kant opôs então númeno e fenômeno, deixou ao primeiro o mistério daquilo que não se apresenta à estrutura cognoscitiva do ser humano, enquanto ao último, designou a matéria de todo conhecimento... Primeiramente, a coisa em si se pensada não como objeto da sensibilidade humana, mas somente como objeto do intelecto puro, isto é, o númeno se pensado como objeto de uma intuição não sensível e criadora, ter-se-ia um conceito de númeno positivo. Contudo, para I. Kant a coisa em si é desprovida de realidade empírica, ela é vazia, pois ... o espírito humano, não pode ir além das faculdades da sensibilidade, isto é, da experiência sensível no ato do conhecimento da realidade. Tem-se, com efeito, um uso negativo do conceito de númeno. Essa função negativa permaneceu na filosofia crítica kantiana como princípio de sua teoria do conhecimento que delineou as condições de possibilidade do conhecimento. (VELANES, 2015, p. 28).

O novo espírito científico questionara o criticismo kantiano, quanto à sua caracterização das instâncias númeno e fenômeno. Para Bachelard, das elaborações científicas contemporâneas, explicitavam-se visões mais sofisticadas sobre universos desconhecidos, como o mundo das espécies moleculares, atômicas, subatômicas. E com a eclosão desse “novo mundo”, desses “novos entes”, emergia um problema filosófico: qual o status ontológico desses entes? Que tipo de realidade se configura a partir daí? Estes entes são tão reais, são menos reais, são mais reais que as “coisas” que existem na Natureza? (VELANES, 2015).

Concordamos com Velanes (Ibid, p.29), quando sublinha que “a “coisa”, o objeto macroscópico, deixou de ser o centro dos estudos nas ciências contemporâneas com o surgimento de um novo campo de estudos, a saber, a microfísica.” Mais ainda, a deflagração desta, para Bachelard, torna forçosa, do ponto

de vista epistemológico e ontológico – desde que se deseje perscrutar adequadamente este “novo espírito científico” – a conversão da fenomenologia em numenologia (BARBOSA, 1996; VELANES, 2015). Afinal, “O objeto científico é o resultado de um projeto, de uma elaboração teórica, ele não é oferecido à percepção do homem como objetos do conhecimento imediato.” (BARBOSA, 1996, p. 63).

Com efeito, o objeto científico, o númeno, conforme destaca Bertoche (2019, p. 187), surge no “centro da dialética teorema-instrumento, na qual o teorema depende da materialidade e o instrumento é um teorema construído.” Destarte, “os fenômenos agora são organizados pelo pensamento. É nesse sentido que o objeto microfísico não pode ser visto como um objeto em miniatura, mas sim, como o próprio númeno” (VELANES, 2015, p.30), um real construído pela razão.

Outrossim, os númenos, em Bachelard, são objetos cognoscíveis, concebidos no plano do íntimo vínculo entre o pensamento e a técnica, entre a razão e os instrumentos, entre o Espírito e a Experiência. Desse modo,

não são dados aos nossos sentidos de modo natural e imediato: eles são objetos esquemáticos, impregnados de teoria e de engenharia; são constructos complexos. São objetos complexos porque, a cada passo, é necessário lembrar as condições técnicas e experimentais sob as quais se encontra cada elementos da rede que os constitui. (BERTOCHE, 2019, p.187).

Ressaltando a relevância da noção de fenomenotecnia para a compreensão que a categoria númeno assume no pensamento bachelardiano, no quadro estruturante do que concebe como racionalismo aplicado, Velanes (2015, p.31) sublinha: “é através da técnica que o pensamento ... mostra sua objetividade... É a instrumentalização do conhecimento que estabelece a objetividade do conhecimento.”

Dessa forma, o númeno, em sua complexidade, é compreendido pela epistemologia bachelardiana como uma criação técnico- racional, cognoscível. À experimentação cabe, incessantemente, provar a objetividade numênica; cabe aos instrumentos, à técnica produzir, numenalmente, os fenômenos. Ou seja, é a técnica científica contemporânea quem fornece a autoridade a que se explane sobre sua estrutura (VELANES, 2015). Afinal, sublinha Bachelard (1977, p. 123): “As trajetórias que permitem separar os isótopos no espectroscópio de massa não existem na natureza; é preciso produzi-las tecnicamente”. Com efeito, “o mundo oculto que se apresenta como objeto de estudo da Física e da Química contemporâneas é

fundamentalmente nomenal... O caráter racional é que ordena as experiências acerca desse mundo oculto.” (VELANES, 2015, p. 32).

Ademais, cumpre apontar que a epistemologia bachelardiana, autorizando que se fale de propriedades numerais, expressa uma concepção de númeno como artefato produzido pela razão, necessário à compreensão do que é apreendido no plano fenomênico. Assim, númeno corresponde, em Bachelard, à subestrutura tecno-racional do fenômeno científico; dito de outro modo, constitui o dialético conjunto de subestruturas geométricas, elétricas, estatísticas responsáveis pela confecção do fenômeno. (BERTOCHE, 2019).

É justamente a ocorrência de subestruturas múltiplas – inacessíveis a partir do fenômeno, mas que, dialeticamente, são condições da construção fenomênica – que revelam a realidade desse mundo numenal: a multiplicidade dos métodos, a multiplicidade das ontologias, multiplicidade que converge para o fenômeno produzido tecnicamente. (BERTOCHE, 2019, p. 158).

Destarte, reiteramos que, com a emergência da Microfísica, mudanças precisavam ocorrer na Filosofia da Ciência corrente. Bachelard esteve bem atento a esta necessidade, quando elaborou, em sua epistemologia dialética, uma concepção de númeno como um ultra-objeto numênico, um objeto produzido pelo novo espírito científico. Não mais uma incognoscível essência, mas uma trajetória pela qual o Espírito, em seu devir histórico, em sua abertura constitutiva, em sua liberdade, cumpre o imperativo evolutivo. Este ultra-objeto constitui parte integrante de uma práxis teórico-experimental condutora de incessantes novidades de Pensamento. (VELANES, 2015).

Desse modo, o númeno, sob as lentes do pensamento bachelardiano, constitui-se de racionalidade experimentada. Ou seja, enquanto ultra-objeto, produto de uma objetivação simultaneamente teórica e técnica, deve ser compreendido no âmbito de um real que, em relação dialética com a razão (BERTOCHE), é concretizado por “uma contextura numenal apropriada para indicar as linhas axiais da experimentação.” (BACHELARD, 1978a, p. 93).

4. A DIALÉTICA EPISTEMOLOGIA QUÍMICA BACHELARDIANA

4.1 AS DIMENSÕES DA PRÁXIS QUÍMICA E A DIALÉTICA EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA

Para uma adequada compreensão da epistemologia química bachelardiana, faz-se necessário, de antemão, que seja apontada a profunda relevância assumida pela dimensão fenomenotécnica, quando das perscrutações filosóficas de Bachelard da práxis química. Ressaltamos já que, o filósofo francês, ao introduzir uma concepção dinâmica de substância, instaura uma metaquímica, no âmago da qual o real é compreendido como um processo de objetivação técnico-racional (BARBOSA, 2004; BENSUAUDE-VINCENT, 2005, 2009; NORDMANN, 2006, CHAMIZO, 2009).

Ademais, cumpre apontar a importância de compreender a epistemologia química bachelardiana sob um ângulo importante, a saber: parte significativa das elaborações teóricas de Bachelard são perpassadas por discussões em torno da categoria qualidade. Para o filósofo francês, “seria necessário rever a distinção tradicional das qualidades primeiras e das qualidades segundas.” (BACHELARD, 1990, p. 225). Assim, escolhendo como objeto de estudo a qualidade cor, o epistemólogo reflete sobre as determinações racionais que a complexificam.

Demonstrando, sob vários pontos de vista, as determinações racionais... Vamos sucessivamente estudar a racionalidade da cor sob... formas propriamente químicas..., no ordenamento dos caracteres dinâmicos fundamentais dos fenômenos da cor... Toda uma ordem de discussão filosófica sobre as qualidades da matéria deveria ser profundamente modificada se os filósofos seguissem com um pouco de atenção... o desenvolvimento da ciência contemporânea. Veríamos introduzirem-se novos matizes na filosofia da matéria e na filosofia do conhecimento. Em particular, entre o idealismo e o realismo, veríamos exatamente instalar-se um racionalismo solidário de uma técnica. (Ibid, p.226).

Conclamando os filósofos da ciência de sua época para atentarem para as novidades epistemológicas trazidas pelos novos movimentos da ciência corrente, uma vez que estes evidenciavam a emergência de mudanças fundamentais no que remete ao entendimento da categoria qualidade, Bachelard propõe acerca de uma qualidade específica, a cor, uma abordagem nova, que não a fixa como um dado, mas como uma fenomenotecnia. Deste modo, sublinha a necessidade de conduzir os filósofos da ciência da época “para os problemas químicos mais íntimos em que a cor de uma substância se relaciona com a própria estrutura das moléculas... Vamos propor uma instância filosófica nova: a da cor construída.” (Ibid, p. 234).

Outrossim, o modo como o pensamento epistemológico bachelardiano perscruta a categoria substância é revolucionário, porquanto arranca a doutrina das qualidades de seu irracionalismo, indicando como se estabelece, em concepções caras a Química, como a de cor, aberturas dialéticas profundas, epistemologicamente desestabilizadoras. Sob as lentes de Bachelard, a cor não pode mais ser ingenuamente concebida como um mero dado qualificador de um real, mas como um resultado dependente de um processo racional, técnico, dialético, de objetivação. Com efeito, a cor de uma espécie química é resultado obtido ao fim de um percurso teórico-metodologicamente planejado e executado. Ao ser racionalmente criado, o fenômeno da cor, produto da objetivação, prova a sua própria “essência”.

A prova do racionalismo químico da cor consiste nalgumas linhas: antes da construção, numa gênese molecular, dos grupos cromóforos, que era a cor? Nada. a cor de uma molécula não pertence aos átomos isolados. Mediante uma geometria do agrupamento dos átomos não coloridos estabelecem-se cores muito características do agrupamento. A cor é resultado da construção: é um fato de estrutura. E esta estrutura é seguida, fragmento por fragmento, pelo químico. Em muitos casos, o químico constrói peça por peça o fenômeno da cor... A cor prova o seu próprio ser pelo próprio fato da organização racional da sua produção... O químico pensa a cor no próprio modelo que guia a sua criação. E há aqui uma realidade objetiva indestrutível, uma realidade objetiva comunicável, uma realidade social negociável. Quem fabrica a anilina conhece a realidade e a racionalidade da cor. (Ibid, p.235).

Destarte, como bem indica Bachelard a respeito do técnico-fenômeno da cor, não basta a sua construção, mas a sua construção fundamentada no a priori de um projeto teórico de objetivação. Dessa forma, o filósofo francês ressalta a existência, no âmbito desse processo de objetivação de fenômenos-qualidades levado a cabo pelo *artista químico*, de um acordo máximo entre a ideia e o real, uma vez que “um átomo deslocado bastará para aniquilar a construção” (Ibid, p. 236).

Outrossim, lidando com propriedades como o comprimento de onda, bandas de absorção, o químico, em sua dialética práxis, opera com claves bem ordenadas. Desse modo, a respeito da cor do benzeno, Bachelard (Ibid, p. 236) exclama: “O benzeno sob a forma pura, não é colorido, é transparente relativamente a luz branca, à luz visível. Mas, de resto, sabe-se que isto não passa de uma qualificação relativa ao olho humana”, uma vez que a Química da época já afirmava que o benzeno tinha bandas de absorção para a luz violeta, – invisível aos olhos humanos. Assim, provocando-se certas substituições na estrutura molecular do benzeno, como a substituição de um hidrogênio por um radical nitrilo, é possível a produção de corpos

derivados do mesmo, cujas bandas de absorção passem da luz ultravioleta à luz visível.

Reconhecendo a densidade contextual que vincula as propriedades químicas e óticas, Bachelard (Ibid, p.238) dirigindo-se criticamente aos filósofos da ciência da época, expressa-se, a respeito do novo espírito científico, fenomenotécnico, –também deflagrado pela Química – indicando a existência de aberturas dialéticas que abrangem conceitos, categorias e noções epistemológicas de base como a qualidade, no caso, mais especificamente a qualidade cor.

O filósofo que quiser dar-se conta da coerência do espírito científico deverá meditar, nos pontos de cruzamento de métodos diferentes, estas correlações de experiências diversas. Um filósofo que abrisse um tratado ficaria espantado com o número de leis que dirigem a técnica. Depressa compreenderia que há uma diferença filosófica radical entre a cor descrita e a cor construída. Veria instituir-se toda uma ciência que prevê racionalmente a cor. Para participar nesta previsão teórica da cor a criar, teria naturalmente de instituir-se. Teria de seguir a lenta classificação dos radicais químicos que, adicionando-se às moléculas incolores, produzem determinados corantes...Com a caneta na mão, diante da folha em branco, o químico moderno sonhou desenvolver fórmulas que deveriam, se o laboratório pudesse realizar os seus projetos, construir uma cor determinada. O químico faz, deste modo, ... a cor escrita... Com efeito, trata-se de escrever a fórmula química de uma matéria colorida antes de a realizar. Uma tal união de pensamento abstrato com a experiência concreta é um claro exemplo desta atividade abstrato-concreta que resumimos numa filosofia do racionalismo aplicado. (Ibid, p.238-239).

Neste sentido, a práxis química pode, de fato, no sentido mais amplo do termo, ser compreendida como verdadeira fenomenotecnia: as substâncias químicas são produtos da técnica; o real não é algo dado, mas produto derivado de um processo de realização. Dessa forma, refletindo sobre as relações entre a metaquímica e a metafísica no que remete às discussões sobre a categoria substância, sublinha Bachelard (1978b, p.31),

A metaquímica estaria para a metafísica na mesma relação que a Química para a Física. A metafísica só poderia ter uma noção de substância porque a concepção elementar dos fenômenos físicos contentava-se com estudar um sólido geométrico caracterizado por propriedades gerais. A metaquímica se beneficiará do conhecimento químico das diversas atividades substanciais. Beneficiar-se-á também do fato de as verdadeiras substâncias químicas serem mais produtos da técnica do que corpos encontrados na realidade. Isso basta para que o real seja considerado em Química como uma realização.

Bachelard (Ibid, p.33), elaborando a metaquímica, reafirma que não se pode definir uma substância química antes do momento da sua reconstrução: ou seja, é a atividade sintética “que pode fazer-nos compreender a hierarquia das funções. {...} Só

a realização sintética permite determinar uma espécie de hierarquia das funções substanciais, enxertar as funções químicas uma sobre as outras”. Com efeito, trata-se de um processo em que a razão, não apenas multiplica as realizações, mas determina que a substância química seja {...} “assimilada àquilo que se construiu com base em concepções teóricas prévias.” (Ibid, p.33), definidas em um projeto de objetivação.

Destarte, em sua epistemologia histórica, o filósofo francês (Ibid, p.31) concebe a presença de fragmentos de uma ontologia substancialista no trabalho do químico, quando sublinha que “nas suas experiências primeiras, {...} a Química é evidentemente substancialista, {...} designa as substâncias através de uma frase predicativa como o faz o realismo ingênuo.” Contudo, o químico, ao procurar qualidades, encontra leis que tendem a generalizar a qualidade: assim, o realismo da química experimental abre as vias para um racionalismo, cujos princípios de ordenação são instanciados na coordenação da diversidade produzida experimentalmente. (BACHELARD, 2009).

Desse modo, quando, no plano das realizações, não se procura uma simples generalidade, mas uma sistemática, um projeto, deflagra-se a inversão do realismo:

a imensa realização levada a cabo pela Química moderna caminha em contracorrente do estudo realista. A descrição de substâncias obtidas por síntese é de ora em diante uma descrição normativa, metodológica, claramente crítica, legítima um racionalismo químico. (BACHELARD, 1978b, p.33).

Assim, do interior de sua epistemologia dialética, estudando os esforços de abertura do pensamento científico no que remete a uma categoria fundamental, como a substância, Bachelard apresenta um retrato dinâmico de um não-idealismo, bem como de um não-realismo, tradutores do novo espírito científico que caracteriza a Química contemporânea. Com efeito, o filósofo percebe em curso uma abertura do realismo, do materialismo, uma vez que a substância química pode ser contemplada como um instante de uma realização bem conduzida.

Dessa forma, o dialético pensamento bachelardiano identifica a emergência tanto de um não-realismo como de um não-idealismo, os quais, ainda que em sua oposição, coordenam-se racionalmente, a respeito da noção de substância. Entre os clássicos pólos do materialismo e do racionalismo, “nascerá um campo epistemológico intermediário particularmente ativo.” (Ibid, p.9).

Neste sentido, ao dialetizar a noção de substância, a epistemologia de Bachelard dispersa o substancialismo, indicando uma metaquímica que, em sua operação, expressa a existência de “várias zonas de exterioridade, vários níveis para consolidar as múltiplas propriedades” (Ibid, p.31) de uma substância. Dito de outra forma: “nem tudo é real da mesma maneira; a substância não tem, a todos os níveis, a mesma coerência; a existência não é uma função monótona; não pode afirmar-se por toda a parte e sempre no mesmo tom.” (Ibid, p.32).

Para o filósofo francês, “a dialética em torno da categoria substância desenvolve-se em direções diferentes: em compreensão e em extensão; sob e ao lado da substância; na unidade e na pluralidade da substância.” (Ibid, p.35). Com efeito, a epistemologia química, notadamente no que se refere à categoria substância, “elaborou esquemas e formas geométricas que no seu primeiro aspecto eram hipotéticas, mas que, pela sua coordenação num vasto conjunto doutrinal, se foram a pouco e pouco valorizando racionalmente.” (Ibid, p.36).

Ademais, o pensamento bachelardiano identifica, associadas às substâncias químicas, o surgimento de funções numerais, eixos categoriais do racionalismo dialético químico, que fundamentam a experiência:

Verdadeiras funções numerais surgiram então na Química, particularmente na Química Orgânica e na Química dos Compostos de Coordenação. {...} A fórmula desenvolvida é um substituto racional que dá, para a experiência, uma contabilidade clara das possibilidades. Existem então experiências químicas que surgem a priori como impossíveis porque a sua possibilidade é negada pelas fórmulas desenvolvidas. Na ordem fenomenal as qualidades substanciais não indicariam de forma algumas tais exclusões. Inversamente, existem experiências que nunca teríamos pensado realizar se não tivéssemos previsto a priori a sua possibilidade graças às fórmulas desenvolvidas. Raciocina-se sobre uma substância química desde que se tenha estabelecido a sua fórmula desenvolvida. Vemos, pois, que a uma substância química está de ora em diante associado um verdadeiro número. Este número é complexo e reúne várias funções. (Ibid, p. 35-36).

Deve-se frisar que o número cumpre papel fundante no plano da dialética práxis química, conduzindo investigações e determinações da substância. Bachelard sublinha que o protagonismo numérico em Química é também vislumbrado quando, fixando-se subestruturas geométricas, elétricas ou estatísticas, fenômenos químicos podem ser pensados. Com efeito, o possível, tanto do ponto de vista teórico como do ponto de vista experimental, conquista enorme destaque no seio da dimensão fenomenotécnica da práxis química, notadamente no âmago dos diversos processos

de realização do real químico, da construção de substâncias químicas e reações químicas.

No mundo do químico, não se pode decerto dizer que tudo o que é possível existe naturalmente, mas se pode afirmar que tudo o que é possível pode ser fabricado... O possível estudado pela Química não é um possível gratuito, já é um programa de realização, um esquema para experiências que têm uma aposta de sucesso. Trata-se de incorporar circunstâncias convenientes a atos substanciais nitidamente definidos. Na Química, o que pode ser pensado com coerência, o que é sistematicamente possível, pode ser realizado no pleno sentido do termo. (BACHELARD, 2009, p. 204).

Conforme bem aponta Bertoche (2019), ao perscrutar a dimensão fenomenotécnica da práxis química, – subsidiado pela sua visão de númeno, no quadro de seu original pensamento dialético – Bachelard elabora uma sofisticada metaquímica, tradutora da nova realidade científica que se lhe apresentava à época. Uma realidade em que “a ordem tradicional da experiência realista é invertida. O númeno guia a investigação e a determinação precisa de substância. {...} O númeno explica o fenômeno, contradizendo-o.” (BACHELARD, 1978b, p.37). Ademais, o químico “só compreende a substância química quando constrói nela, através do pensamento, ligações íntimas.” (Ibid, p.37).

Destarte, refletindo sobre o problema da ordenação em Química, localizando-o em interfaces das dimensões fenomenotécnica e classificatória da práxis química, o epistemólogo francês (Ibid, p 34-35) nos esclarece sobre o desenvolvimento do racionalismo químico na História da Química:

A filosofia química que era complicada e fragmentada com quatro elementos, torna-se simples e unitária com noventa e dois elementos. {...} verifica-se que a pouco e pouco a lei antecede o fato, que a ordem das substâncias se impõe como uma racionalidade. {...}um forte a priori guia a experiência. O real não é mais do que a realização. Parece até que um real só é instrutivo e seguro se tiver sido realizado, e sobretudo se tiver sido recolocado na sua correta vizinhança, na sua ordem de criação progressiva. {...} É preciso reconhecer que a doutrina das substâncias química é, na sua forma de conjunto, um racionalismo.

Do interior de sua epistemologia histórica, Bachelard (1990; 2009) sublinha que o conhecimento químico se desenvolveu por ideias sistemáticas, ordenadoras e classificadoras da pluralidade. Com efeito, a Química, caracterizando-se por um pluralismo coerente, delega à práxis classificatória toda uma relevância epistemológica. A racionalidade química constituiu-se amparada no princípio de ordenação. Coordenou-se historicamente numa relação dialética entre um pluralismo de um lado e sua redução, de outro. Conforme sublinha Bachelard (2009, p. 33), a diversidade é reduzida, paradoxalmente, “aumentando-a. Pois, ao introduzir corpos

novos em séries incompletamente conhecidas, substitui-se o conhecimento dos corpos particulares por um conhecimento da série. Simplifica-se complexificando”.

Ademais, pode-se inferir que este paradoxo se evidencia pelo fato da práxis química envolver-se em investigações da unidade e subsequentes diferenciações. Afinal, a unidade se ordena, a posteriori, pela complexidade. E o químico em seu labor busca descrever “tanto quanto possível, a diversidade de fenômenos materiais com precisão e sem ambiguidade.” (SCHUMMER, 1998, p. 149). “Não é {...} do lado da unidade da matéria que se encontram as raízes da coerência das doutrinas. É do lado da complexidade ordenada.” (BACHELARD, 1990, p.43).

Outrossim, perscrutando a dimensão classificatória da práxis química, Bachelard (1990, 2009), aponta para a existência de dois tempos constitutivos: um primeiro, o tempo da descoberta, em que opera uma multiplicação das substâncias elementares, quando da consideração dos compostos heterogêneos; depois, um segundo tempo, em que emerge a necessidade de um princípio de coerência, em que a Razão busca a compreensão das propriedades das substâncias compostas, ao mesmo tempo em que intenta alcançar o número das substâncias elementares.

Assim, ainda no âmbito da dimensão classificatória da práxis química, notadamente no que remete ao problema da sistemática dos elementos da matéria, cumpre apontar que Bachelard (1990, p.111) compreende que “por estabelecer como totalidade orgânica o conjunto outrora indeterminado dos corpos simples..., a tabela de Mendeleev constitui-se em uma das páginas mais filosóficas da ciência.”

Dessa forma, o epistemólogo dedica boa parte de suas reflexões à noção de número atômico, central para os aprimoramentos ofertados por Moseley à tabela mendeleeviana. Neste sentido, sublinha que “o progresso alcançado ao nível da noção de número atômico consistiu precisamente na sua passagem de função ordinal à função cardinal. Pudemos aperceber-nos de que com esta noção não só ordenávamos elementos, mas contávamos qualquer coisa.” (Ibid, p. 114).

Para Bachelard, o número atômico, ao propiciar que as famílias químicas sejam explicadas eletronicamente, instaura, no âmago do problema da ordenação, a ordem eletrônica como uma nova esfera de racionalidade. Aprofunda-se um racionalismo simultaneamente aplicado, eletrônico e aritmético no seio da dimensão classificatória da práxis química.

As famílias químicas estão explicadas eletronicamente... A sistemática química.... recebe um caráter filosófico novo, o caráter exato que colocamos

sob o signo do racionalismo aplicado. A organização eletrônica, tomada como novo domínio de racionalidade, esclarece, indireta, mas profundamente, o nosso saber empírico. A tabela de Mendeleev, reorganizada ao nível dos conhecimentos atuais, acede a um verdadeiro racionalismo aritmético da matéria... A matéria não é elétrica substancialmente; é eletrônica aritmeticamente. (Ibid, p.116).

Assim, com cada número atômico remetendo a um representante químico, a tabela periódica encontra-se, subsidiada, a partir do início do Séc. XX, por uma sistemática aritmeticamente eletrônica. Com efeito, são as organizações eletrônicas que explicam a valência química: “a teoria eletrônica adquire então a função de uma ordem de razões que explicam os fatos.” (BACHELARD, 1990, p.117). Uma ordem profundamente racional é objetivada; organizam-se, hierarquizam-se um novo campo de racionalidade, à medida em que progride o acabamento da tabela.

Consequentemente, como compreende Bachelard, apenas um racionalismo ativo, empenhado na experiência, e não em aprioris, pode, adequadamente, explicar nuances ligadas ao problema da ordem dos corpos simples.

é preciso sublinhar que este racionalismo ativo que esclarece a sistemática dos corpos simples é um racionalismo tão empenhado na experiência... Já não há nada de uma formação a priori. Já não pode partir da simplicidade. Nomeia o simples por recorrência a partir de um campo de experiências complexas... O claro nasce aqui da repetição dos exemplos, portanto, da multiplicidade. O tema aparece graças às variações. (Ibid, p.118).

Destarte, a manifestação de progressos do poder realizante da racionalidade em dimensões da práxis química como a diagramática e a processualista também foi cotejada pela epistemologia dialética bachelardiana, notadamente no que remete às discussões que cercam o problema das formas moleculares. A razão química, postula Bachelard, frente à realidade moderna de fórmulas, símbolos, representações, estruturas e modelos, opera, no interior de um processo de objetivação destes, realizando-os na atualidade dos seus contextos teóricos.

Refletindo sobre o problema da estrutura química, Bachelard (Ibid, p. 150) indica a necessidade de caracterizações menos substancialistas de conceitos, como os de ligações químicas, átomos e moléculas. “Parece ser necessário derivar as ligações químicas de algo... menos enraizado nas profundezas... da substância.” Mais ainda, rejeitando o que denomina como solidismo apriorístico das formas, o filósofo francês afirma, a respeito da geometria tetraédrica do átomo de carbono, que esta não pode ser definida a priori, fora do contexto e das relações com outras espécies químicas. Ou seja, em si, isolado, em sua forma pura, o átomo de carbono não

apresenta uma forma tetraédrica; tem apenas fortes possibilidades de tetraedrização, que tendem a se efetivar quando solicitado por outros átomos para formar moléculas.

Seguramente, depreende-se do pensamento epistemológico bachelardiano o desejo de explicitar as dialéticas teóricas que vão se constituindo, historicamente, no âmago das dimensões diagramática e processualista da práxis química, à medida em que avança o conhecimento das estruturas moleculares, ou seja, à medida em que a razão segue seu devir histórico. Neste, a Ideia, como bem sublinha Bachelard (Ibid, p. 148), num movimento dialético, em sua dinâmica produtora de sínteses, “provoca retificações recorrentes que podem remontar até às noções de base.” Assim, buscando diferentes aplicações nocionais, se movimenta o ativo pensamento químico – lócus histórico da vivência da dialética do racionalismo e da realização, do racionalismo aplicado, do materialismo racional.

Dessa forma, em seu esforço de expressar como são refundados os conceitos mais elementares, dialetizando-se, Bachelard perscruta uma categoria da dimensão diagramática da práxis química, a categoria simbolismo químico. De antemão, sublinha que “é necessário vigiar o simbolismo nas suas extensões, o que leva finalmente, por recorrência, a vigiá-lo nas suas raízes” (Ibid, p. 183). Com efeito, a epistemologia bachelardiana não concebe os símbolos como instâncias autônomas e representativas de estruturas reais; aqueles devem ser aplicados, “reduzidos à sua interpretação estritamente experimental” (Ibid, p.188).

Nesse sentido, o filósofo francês, em sua epistemologia dialética, ressalta a importância das críticas, retificações, revisões a que são submetidas as representações que remetem à estrutura molecular, entendendo todo esse espectro de retificações como uma auto-exigência de aprofundamento imposta pela razão a si própria. Afinal, “a atividade polêmica não cessa numa ciência que deve acumular simultaneamente fatos e razões, variar a experiência e aumentar o racionalismo do saber.” (Ibid, p.163).

Desse modo, em busca de novas dialetizações, a racionalidade química segue seu devir na dimensão diagramática da práxis química; e, por meio da noção de eletrovalência, faz “aparecer o objeto elétrico escondido na molécula química.” (Ibid, p.151), possibilitando que esta seja caracterizada a partir de suas camadas eletrônicas. Não obstante, quando o comportamento do elétron no átomo e na molécula passa a ser compreendido pelos princípios da mecânica quântica, complexifica-se o problema da representação das estruturas químicas. Não se pode

mais encerrar os elétrons na rigidez de órbitas circulares ou mesmo elípticas, mas em funções orbitais. Morre o absoluto da localização.

Vemos ... que a noção de estrutura que temos tendência para apresentar como nitidamente concreta é ... formal. A química ondulatória e quântica acompanha cada vez mais de perto a atividade estruturante da matéria, uma atividade que consiste em preencher bem o espaço de acordo com as condições suplementares cada vez mais numerosas e mais delicadas... No átomo, tudo é função, tudo é possibilidade. (Ibid, p.173).

A epistemologia química de Bachelard, originalmente dialética, ao perscrutar a dimensão diagramática da práxis química, conforme já ressaltado, move-se sob o objetivo de explicitar o processo pelo qual as dialéticas teóricas impulsionaram o desenvolvimento do conhecimento das estruturas moleculares. Citando Hegel, o filósofo francês reafirma: “É nas determinações do pensamento e do conceito que o objeto é aquilo que é.” (Ibid, p.167).

Destarte, Bachelard entende, a partir de sua epistemologia histórica e dialética, que o aperfeiçoamento das representações estruturais é determinado por exigências de sofisticções racionais, importantes retificações, indicativas de que “o sujeito racional é... o sujeito do verbo instruir-se. (Ibid, p. 168); logo, “convence cada vez mais o espírito que trabalha, o espírito que mede o seu racionalismo pelo seu poder de organização perante uma experiência complicada.” (Ibid, p.173).

Com efeito, no seio da dimensão diagramática da práxis química, em meio à complexificação dos problemas da estrutura molecular, a retificações das teorias, a aplicações nocionais mais precisas, a Razão enriquece-se em seu devir. Conforme sublinha Bachelard (Ibid, p. 161):

Nos exemplos que fornece à reflexão a filosofia química contemporânea, estamos de posse de um pensamento que já racionalizou uma série de experiências sãs, que já tem atrás de si uma história racionalmente ordenada e, apesar de tudo, este pensamento cheio de maturidade não hesita em retificar os quadros que efetuaram o seu bom trabalho de enquadramento. Por isso, concorrentemente, o racionalismo abstrato e o materialismo racional avançam um para o outro. O racionalismo aplicado está aqui em ação, e a conquista concreta é cada dia melhor e o pensamento ganha em forte coordenação.

Assim, no campo dos problemas da estrutura e sua representação, a epistemologia química bachelardiana destaca a Razão, que, dialética e histórica, insere átomos, moléculas, ligações químicas numa pluralidade de sínteses cada vez mais complexas e dinâmicas. Logo, para um estudo apropriado acerca da estrutura molecular, a respeito da categoria ligação química, sublinha Bachelard (Ibid, p.150-

151): “há que tomar a noção num nível racional mais evoluído... Ver-se-á então, nitidamente, como uma pequena flecha, símbolo da ligação elementar, não é suficiente para estudar esta região dinamizada que é o interior da molécula.”

Desta forma, a partir do entendimento de que “a concepção rigorosamente geométrica dos átomos e das moléculas acaba por revelar-se como uma simplificação excessiva,” Bachelard (Ibid, p.191-192) passa a refletir sobre as profundas retificações a que a noção de estrutura química fora acometida, quando da emergência do fenômeno da mesomeria; corolário da interdição de localização absoluta, é com aquele “que se vai impor uma espécie de atenuação da noção de estrutura.” (Ibid, p. 191).

Outrossim, o fenômeno da mesomeria, presente em muitas substâncias orgânicas, como o benzeno, – ao apontar para a existência de elétrons menos nitidamente localizados que os pares de elétrons que determinam as ligações simples – deflagra a possibilidade de que se vislumbre devidamente a relevância de categorias contextuais e relacionais como a vizinhança, no âmbito da complexificação do problema da representação química. Conforme sublinha Bachelard (Ibid, p.192):

A geometria que descreve uma organização de elétrons não seria mais que uma geometrização da vizinhança. É esta vizinhança que se estrutura de acordo com certas leis, leis que determinam algumas diferenças no comportamento de certos grupos de elétrons. Veremos que, em certos casos, os elétrons aceitam vizinhanças mais densas, noutros casos vizinhanças mais dispersas. Depressa aumentam as possibilidades de representação.

Relacionada a este aumento das possibilidades de representação, no seio dos estudos relativos às estruturas intermediárias, encontra-se a mesomeria. Debruçando-se sobre esta, o epistemólogo francês, erige a primazia do dinâmico frente ao estático, ao afirmar que “são precisamente as explicações dinâmicas que permitem um aprofundamento das noções e conseguem... afundar a estrutura,” (Ibid, p. 201).

Assim, ao ressaltar a relevância epistemológica da categoria mesomeria – imersa nas interfaces das dimensões diagramática e processualista da práxis química –, o pensamento bachelardiano acompanha o trabalho dos químicos, “nos preâmbulos filosóficos que os levam a novas doutrinas da pluralidade das estruturas de uma mesma substância”, fornecendo “um esboço deste retrato composto mais próximo da realidade do que toda a representação geométrica.” (Ibid, p.196).

Ademais, as formas aceitáveis, no contexto da mesomeria, constituem-se em formas participativas limites: representam aproximações do estado real da molécula, sem a pretensão de identificação com o mesmo. Ao construir tais formas, a Razão elabora um retrato composto do estado real das diversas moléculas que são perpassadas pelo fenômeno da mesomeria.

Desse modo, ressalta Bachelard (Ibid, p. 197): “é um engano conservar a noção de estrutura definida,” uma vez que “a forma não é suficiente para representar as substâncias; é necessário que a forma proposta seja compatível com uma situação dinâmica a que a química está mais ou menos atenta”. (Ibid, p. 202). Com efeito, o problema da representação das substâncias químicas dialetiza-se, à medida em que são apresentadas novas exigências.

Destarte, em suas reflexões sobre o fenômeno da mesomeria, no âmbito das interfaces entre as dimensões diagramática e processual da práxis química, Bachelard (Ibid, p. 202) sublinha: “é necessário dar-mos conta de que as condições implicadas pela mesomeria são dinamicamente importantes.... Exige uma intervenção de uma noção nova e fundamental: o efeito energético da mesomeria.”

Dessa forma, ressalta Bachelard que os filósofos da ciência devem, conduzidos pelos estudos do fenômeno da mesomeria, a contemplar a matéria enquanto uma instância dinâmica, fundada na categoria energia: “Só uma categoria de substância-causa, só a categoria de energia pode explicar os fenômenos... Toda a descrição geométrica está associada a inferências dinâmicas.” (Ibid, p.190). Com efeito, consideráveis e específicos são os efeitos energéticos da mesomeria, como, por exemplo, a existência de intermediários exotérmicos para moléculas, o efeito de estabilização da estrutura. Assim, com a dinamização da estrutura, esta passa a ser compreendida como um fenômeno da energia molecular.

Extremamente importante para o entendimento da dimensão processual da práxis química, a categoria energia fora objeto de detida contemplação pela epistemologia química bachelardiana: “A energia é parte integral da substância: substância e energia são igualmente ser. {...} por intermédio da energia, o tempo coloca na substância a sua marca.” (1978b, p.39).

Em sua crítica ao substancialismo, o filósofo francês ressalta que investigações epistemológicas sobre fenômenos químicos devem partir do entendimento de suas fundações energéticas.

Podemos ainda dizer que uma dada substância apresenta tal e tal fenômeno. Mas o fenômeno não é uma simples aparência que possamos limitar-nos a descrever; é a manifestação de uma energia; as reações químicas são relações de energia. Se não conhecermos estas relações de energia, não poderemos explorar todas as possibilidades da ação que possuímos doravante para a criação de substâncias novas. Por conseguinte, um filósofo que reconheça a instância profunda que é a energia, um filósofo que siga o pensamento efetivo contemporâneo, deverá convir que a energia desempenha doravante o papel de a coisa em si... a base fundamental dos fenômenos. Será sempre necessário reconhecer que a energia é a realidade a estudar em segunda posição, sem dúvida depois de termos descrito os fenômenos resultantes das reações químicas, mas com uma necessidade inelutável desde que se queiram compreender os fenômenos a fundo, ao mesmo tempo nas suas causas profundas e nas suas razões fundamentais... É através das leis da energia que podemos explicar os fenômenos da matéria... Se o energetismo é tão fundamental, convém pôr na categoria das noções organicamente primeiras a noção de energia. É necessário dar a esta noção o seu pleno estatuto de noção de base, isto é, conferir-lhe simplicidade. (BACHELARD, 1990, p. 209).

Situando o problema da energia molecular no conjunto das concepções de energética, a dialética epistemologia química bachelardiana vincula as análises temporais com as análises energéticas. Ademais, valorizando profundamente a dimensão processual da práxis química, explicita o entendimento da instância molecular como um campo dinâmico, em que a energia é assumida como a realidade fundamental, que se estrutura no seio de uma molécula.

Conforme sublinha Bachelard (Ibid, p.213), uma verdadeira dialética da matéria e da energia se desenvolve no âmago de cada molécula, uma vez que esta “apenas subsiste traficando energia, indo incessantemente de uma estrutura de energia para outra. Recebe energia do exterior, conserva-a, reenvia-a, transforma-a... Realiza a síntese desta dialética.”

Neste sentido, em seu esforço de mostrar e caracterizar os modos pelos quais ocorrera a dialetização do pensamento químico contemporâneo, nas diversas dimensões da sua práxis, o filósofo francês, ao apontar para as correlações entre as quantificações expressas nas absorções e emissões de radiações moleculares e suas respectivas estruturas, postula a existência de “uma dialética entre a estrutura de substância e a estrutura de energia.” (Ibid, p. 216).

Com efeito, esta dialética é explicitada por Bachelard, quando, a respeito da enorme complexidade dos fenômenos espectrais correspondentes às energias moleculares, sublinha que “ao destrinçar esta complexidade, adquirem-se conhecimentos cada vez mais precisos sobre os estados energéticos de uma

molécula” (Ibid, p. 218), características de estrutura, como o momento de Inércia, distâncias interatômicas.

Destarte, no âmago da dimensão processualista da práxis química, concretizam-se aberturas de pensamento, dialetizações envolvendo as categorias substância e energia: frente à sofisticadas determinações experimentais, ao protagonismo das condições energéticas, a razão complexifica-se em seu ativo devir.

Se tivermos em conta a longa preparação teórica que foi necessária para chegar a tais determinações experimentais, não podemos ignorar a atividade racionalista da Química contemporânea. A perspectiva do racionalismo aplicado até aqui apresenta-se com uma singular profundidade. O objeto só se institui no termo de um longo processo de objetividade racional. A distância que separa os dois átomos de uma molécula escapa, evidentemente, a toda a medida direta...Este comprimento é solidário de um estado de vibração, solidário de uma energia particular. Veríamos, assim, que são as condições energéticas que determinam as estruturas geométricas. A energia deve ser incluída na categoria das primeiras noções. (Ibid, p. 219-220).

Outrossim, o epistemólogo francês entende a fotoquímica da época como uma disciplina exemplar para a observação da substância química enquanto um complexo matéria-energia e um tipo de existência estritamente temporal, complementar ao estrutural, em que “a substância não seria mais do que um sistema multirressonante {...} que poderia absorver ou emitir determinadas gamas de radiações” (BACHELARD, 1978b, p.41).

Extrapolando os limites da fotoquímica, mas ainda perscrutando o dialético pensamento químico, quando reflete acerca dos métodos de purificação e determinação de substâncias, Bachelard (Ibid, p.45) aponta para o epistemológico caráter dinâmico da noção de famílias de trajetórias químicas, indicando que cada uma destas reuniria “os diversos casos de uma única operação química, permitindo conceber claramente a evolução de uma substância numa determinada operação”.

Ademais, meditando sobre os estudos cinéticos de Heitler e London acerca da evolução e quantificação dos estados energéticos de uma reação química, Bachelard entendia que os mesmos, ao esclarecerem problemáticas daquele âmbito, traziam minúcias relativas aos estados de transição, de inegável relevância filosófica, porquanto possibilitavam uma complexificação do entendimento da categoria matéria, uma vez que esta era perscrutada e concebida em seu modo dinâmico, em movimento.

Assim, Bachelard (1990, p. 224), contemplando o dialético pensamento químico, exclamava: “Um filósofo que ingressasse na escola de um químico moderno ficaria muito espantado ao descobrir a prodigiosa variedade de devires da matéria.” Percebendo o pensamento químico como um lócus emérito da poderosa ação da razão, o filósofo francês declara: “É nesses estados de transição que nos podemos dar conta da ação das forças químicas. Se queremos aumentar o nosso poder de intervenção, é no próprio devir da reação que devemos agora tentar agir.” (Ibid, p.224)

Não obstante a relevância epistemológica da dimensão processual da práxis química, Bachelard (Ibid, p. 51), criticando os epistemólogos da época, ressalta, relativamente às substâncias, que

Valorizaram-se as condições de estabilidade; pensou-se que as condições de estrutura decidiam tudo, imaginando certamente que se manda no tempo quando se está bem organizado no espaço. Todo o aspecto temporal dos fenômenos químicos foi negligenciado. Não se reparou que o tempo é ele próprio estruturado, não se estudaram os comportamentos, os desenvolvimentos, as operações, as transformações.

Com efeito, a epistemologia química bachelardiana expressa o entendimento de que categorias estáticas constituem-se como instâncias insuficientes para uma adequada compreensão do dialético pensamento químico. Conforme sublinha Bachelard (Ibid, p.39): “as palavras presença, coexistência, contato, tão valorizadas pelas intuições comuns e geométricas, deixam de ser bem definidas a partir do momento em que as substâncias entram em reação.”

Neste eminente contexto dialético que circunscreve as categorias substância e reação, notadamente no que remete aos estudos das fases intermediárias das reações químicas, o filósofo francês destaca o revolucionário caráter epistemológico dos processos catalíticos:

Quando começou a conhecer-se o papel das substâncias catalíticas, devia ter-se previsto a necessidade de uma revisão completa da filosofia química. {...} O estudo das fases intermediárias impôs-se pouco a pouco. {...} a reação deve passar a ser representada como um trajeto, como uma série de diversos estados substanciais, como um filme de substâncias. E aqui surge um vasto domínio de investigações que exigem uma orientação de espírito inteiramente nova. A substância química, que o realista tanto gostava de considerar como exemplo de uma matéria estável e bem definida, só interessa verdadeiramente ao químico se ele a fizer reagir com outra matéria. Ora, se se fazem reagir substâncias e se se pretende extrair da experiência o máximo de instrução, não é a reação que se deve considerar? Por detrás do ser desenha-se imediatamente um devir. Ora, este devir não é nem unitário, nem contínuo: apresenta-se como uma espécie de diálogo entre matéria e energia. (BACHELARD, Ibid, p.39).

Ainda no âmbito da dimensão processual da práxis química, o epistemólogo francês considera a existência de um pluralismo teórico-metodológico valorizador das categorias relação e contexto. Este original pluralismo químico pode ser vislumbrado, segundo Bachelard, (Ibid, p.41) por “efeito da incorporação das condições de detecção na definição das substâncias, de forma que a definição de uma substância é {...} função de uma vizinhança substancial.”

Neste sentido, sublinha o epistemólogo francês (2009, p.37) que “todas as propriedades químicas são relacionais. Destacar o carácter correlativo das noções de química é a verdadeira tarefa da filosofia da química”. Assim, uma substância química, para Bachelard (1990; 2009), só tem seu sentido elaborado no conjunto de todas as outras. Filósofos da química como Schummer (1998), em harmonia com esse entendimento, são favoráveis a uma epistemologia química de relações internas, na medida em que o conhecimento químico se constitui numa rede de relações empiricamente determinadas (RIBEIRO, 2014).

Bachelard, enaltecendo categorias da dimensão processualista, como relacionalidade e contextualidade, retoma reflexões sobre a dialética da práxis química, ao inserir a indeterminação como eixo conceitual integrante da concepção operatória de substância. Dentro desta visão, faz-se necessário definir substância a partir da externalidade; assim, não se trataria exclusivamente de uma substância, mas também de uma sobreestância ou extância: uma estrutura dinâmica “definida por um grupo de determinações externas de tal forma organizadas que não podem, todas elas simultaneamente, precisar-se o suficiente para se atingir um interior absoluto”. (BACHELARD, 1978b, p.46).

Com efeito, a dimensão processual da práxis química é devidamente valorizada pela epistemologia química bachelardiana. Ademais, esta antecipa o contundente debate acerca da ontologia química, que vem sendo empreendido pela Filosofia da Química desde o seu nascedouro em 1991:

Uma substância que se pensava poder representar-se, em todas as suas propriedades, por um ponto, vê a sua representação fina dispersar-se. Recusa as tradições 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 sobretudo porque não se teve o cuidado de estudar a sensibilidade das variações de suas características. {...} Num estudo distinto estudam-se substâncias em evolução, substâncias que têm atividades substanciais determinadas em operações diversas. Então o conhecimento pluraliza-se e perturba-se,

aumenta a sensibilidade às variáveis de detecção. No limite, só se pode verificar a pureza de uma substância adulterando-a. O paradoxo é sempre o mesmo: conhece-se claramente aquilo se conhece grosseiramente. Se se pretende conhecer distintamente, o conhecimento pluraliza-se, o núcleo unitário do conceito primitivo explode. (Ibid, p.47).

Por outro lado, num trabalho que tem como objeto a análise das dimensões da práxis química contemporânea, cabe-se reiterar a relevância de uma categoria, constitutiva da identidade epistemológica da Química, que perpassa as diversas dimensões da citada práxis: o pluralismo. A esse respeito, Schummer (1998), eminente filósofo da Química, destaca a relevância das reflexões bachelardianas acerca do pluralismo identitário da Ciência Química. Como bem sublinha Ribeiro (2015, p.300),

Esse pluralismo constitutivo da Ciência Química (RIBEIRO; COSTA PEREIRA, 2012), ontológico (BACHELARD, 2009), metodológico (SCHUMMER, 1997, 2006), epistemológico (BACHELARD, 2009) e axiológico (KOVAC, 2002) mobiliza variados atores e contextos (indústria, economia, academia); variados estilos de pensamento (razão prática e teórica, heurístico, diagramático, relacional e processual); variados recursos cognitivos como classificação (HARRÉ, 2005), visualização (GILBERT, 2009), intuição (TALANQUER, 2005), imaginação (HOFFMANN, 2003); variados valores pessoais e culturais: estéticos, inovativos, criativos, utilitários; e uma fenomenologia inscrita em complexas relações ontológicas, recursividade, lógica relacional e uma relação constitutiva com os instrumentos de medida.

Destarte, Bachelard, ao refletir notadamente sobre aspectos mais pertencentes à dimensão tácita da práxis química, atribui às categorias comunidade e coordenação notórias destaque. Constituída de um empirismo ativo e fundada em heurísticas e códigos, a comunidade é formada pela investigação da matéria, pela fenomenotecnia e pelas práticas tácitas transmitidas pelas gerações; já a coordenação é elaborada a partir de um sistema de classificação, uma linguagem diagramática e um pensamento processual. (BACHELARD, 1990).

Outrossim, acerca da relevância do binômio categorial comunidade e coordenação enquanto elementos caracterizadores da identidade epistemológica pluralista da Química, Bachelard (2009, p.33) escreve:

Tal pluralismo coerente se afirmaria ainda mais se fosse possível destacar tudo pertencente à categoria de comunidade no método experimental do químico. Essa categoria reúne de certo modo a categoria de substância e causalidade. Logo, é mesmo a categoria de comunidade que permite compreender como um corpo pode agir qualitativamente sobre outro corpo, como uma substância pode servir para separar as propriedades químicas de outra substância, como duas matérias diferentes podem colaborar para dar uma matéria que não é designada a partir dos componentes por propriedades médias, mas por propriedades novas. É acentuado o papel

metafísico da categoria de comunidade que chega talvez mais naturalmente ao problema central da metaquímica. [...] estendendo-a progressivamente a substância cada vez mais numerosas, é possível dizer, para utilizar um enunciado kantiano, que a categoria de comunidade chega a substituir os princípios de subordinação pelos princípios de coordenação. De fato, enquanto a subordinação dos atributos às substâncias pode permanecer o ideal de uma ciência ontológica, que crê simultaneamente na força produtiva da substância e na força dedutiva do conhecimento, é preciso chegar à coordenação dos atributos entre si, depois à coordenação das substâncias entre si, quando se quer apreender a experiência química no que ela tem de essencialmente correlativo, bem como o pensamento teórico no que ele tem de essencialmente indutivo. Só assim se explica a necessidade de uma substância para revelar outra.

4.2 O MATERIALISMO QUÍMICO BACHELARDIANO

A intensidade e profundidade de produção de ideias e experiências na Química durante o século XIX e a primeira metade do século XX, conduziram Bachelard (1990) ao entendimento de que, no seio desta ciência, multiplicavam-se e diversificavam-se campos profícuos a perscrutações ontológico-epistemológicas acerca de problemas relacionados à categoria matéria.

Contudo, para o filósofo, era premente a necessidade de complexificação da filosofia materialista – complexificação essa associada à valorização do sócio-cultural, do construído; dito de outra forma, ao rompimento com o real imediato, natural – para que seja compreendido o novo espírito científico: “o pensamento ... progressivo da ciência da matéria parte daqui, em nítida ruptura com ... o materialismo natural. A partida cultural da ciência terá... prioridade sobre todo o ponto de partida natural” (BACHELARD, 1990, p. 10-11). Neste sentido, conforme sublinha Bulcão (2009, p.173),

é importante que o materialismo bachelardiano seja compreendido na sua especificidade, pois este se impõe como perspectiva bastante diferente das filosofias materialistas, defendidas ao longo da História da Filosofia. Pode-se denotar a peculiaridade da perspectiva bachelardiana ao se constatar que em sua epistemologia, materialismo e idealismo conseguem conviver sem se excluir.

Não obstante, para Bachelard, a Química, impondo-se pela sua industrialização, apresenta em seu devir histórico, implicações com as necessidades econômicas; e, assim, seguramente, desenha uma reta do materialismo histórico-dialético. A despeito disso, aquela ciência, à época do epistemólogo, não tinha a filosofia que merecia.

Destarte, desde a introdução de O Materialismo Racional, o filósofo francês evidencia quão fundamentais são categorias como o social, o cultural e o histórico para a sua concepção de materialismo: um materialismo racional, científico, que, em contraposição aos materialismos tradicionais, reside numa “cidade cultural... susceptível de determinar reações de consciência muito profundas” (BACHELARD, 1990, p.11), sintomáticas da marca do histórico devir da razão empreendedora da práxis materialista. Com efeito, nas células das cidades científicas, os químicos, ao se reunirem para saber, imersos no movimento deste, tensionados pela vontade de pensar, produzem diversificações e retificações, ativam “dialéticas que vão dos problemas precisos às soluções originais.” (Ibid, p.10).

Neste sentido, ao refletir sobre a relevância do binômio categorial materialismo- racionalismo para um adequado entendimento da práxis química da época, Bachelard explicita, em uma crítica a muitos filósofos de seu tempo, que se faz necessário estudar o materialismo da matéria, experimentador, racional, progressivo, indutor e instruído pela pluralidade material: um materialismo, que pode também ser contemplado como uma faceta epistemológico-ontológica complementar do racionalismo aplicado, diretor de experiências sobre a matéria, ordenador de uma diversidade crescente de matérias.

Outrossim, em consonância com sua nada ortodoxa abordagem materialista, o filósofo francês propõe uma genealogia da verdade progressiva como norteadora de perscrutações relativas ao devir da racionalidade científica: “quem quiser fazer a psicologia do espírito científico não tem melhor meio que seguir um eixo de progresso, viver o crescimento... da própria genealogia da verdade progressiva.” (Ibid, p.11). Desse modo, Bachelard concebe que a práxis química, em sua pluralidade epistemológica e ontológica – à medida em que novos conhecimentos e construções do real são efetivados – mais que mostrar o plano de potencialidade da Razão, explicita sua ativa dinâmica renovadora, o seu Trabalho.

Assim, fundada na descrição do investimento de racionalidade expresso pela Química corrente – uma ciência organizadora de corpos, comandante de forças reais, empreendedora de processos de verificação objetiva – a epistemologia histórica bachelardiana caracteriza o materialismo presente nesta ciência como racional; e enquanto racional, arquiteto de “uma vontade de poder, vontade que se excita graças ao próprio poder dos meios oferecidos ... a partir da altura em que o homem se apodera efetivamente dos poderes da matéria” (Ibid, p.13), e que se vincula

estritamente e duradouramente a uma vontade de saber. Com efeito, “o materialismo bachelardiano não é uma filosofia especulativa, mas, ao contrário, trata-se de filosofia que fornece meios de poder, fazendo da ciência uma atividade produtora de descobrimentos.” (BULCÃO, 2004, p. 174)

O materialismo químico, como todo materialismo científico, constitui-se – em seu movimento histórico racional – solidário a polêmicas úteis, reais; com efeito, criadoras de conjuntos de problemas bem postos, efetivas construtoras de novas fundações racionais. Esse materialismo, partícipe emérito do “duplo progresso do pensamento teórico formulado em sistema racional e da atividade experimental estimulada pela técnica” (Ibid, p.16), cantão do racionalismo aplicado – uma vez que fundado em prol de uma racionalidade progressiva, extirpadora da irracionalidade das substâncias –, polemicamente, exige novas experiências, em busca de ultrapassar o imediato, o dado, o natural; e assim, organizar os valores de racionalidade que condicionam o desenvolvimento da Química.

Sem esta ordenação dos valores de racionalidade, não se podem preparar as determinações precisas dos valores de materialidade. Uma boa análise material é solidária de uma boa síntese das noções... Com efeito, enquanto os elementos químicos não forem conhecidos com garantias de pureza suficientes, garantias nitidamente codificadas em critérios de pureza, bem coordenadas numa síntese de leis racionais, não pode falar verdadeiramente de uma química bem fundada.... uma história da química progressiva é... uma história dos progressos dos critérios de pureza relacionados coma a análise das substâncias. (Ibid, p.17).

Em sua crítica aos filósofos da época, e ao modo como concebem a instância material em suas reflexões, reduzindo a matéria à forma, ou considerando-a como uma espécie de anti-forma, (BULCÃO, 2004), Bachelard ressalta que aqueles, no afã de fundar um definitivo, não- mediado, primitivo e simples saber sobre a matéria – tão diversa em sua fenomenalidade – constroem precipitadas compreensões, porquanto petrificadas em pobres captações do real, uma vez que fundadas na ingênua valorização da experiência primeira, imediata.

Os filósofos simplificam extremamente os temas filosóficos a respeito da matéria...bloqueiam o materialismo num conceito primitivo geral de matéria, num conceito sem elaboração experimental, julgando-se no direito de ignorar a ciência discursiva efetiva da pluralidade das matérias exatamente quando dissertam sobre a matéria em geral. (BACHELARD, 1990, p.17)

Objetivando uma apreciação adequada da categoria matéria, Bachelard elege a resistência como instância fundamental. Com efeito, ao abandonar atitudes contemplativas, e partir em busca de contatos mais viscerais com o objeto, o químico

– no seio do processo de objetivação, criando númenos, esforçando-se para ultrapassar obstáculos, enfrentando a resistência da matéria – alcança a consciência de trabalho.

Neste âmbito, refletindo mais detidamente sobre as relações entre categorias do materialismo bachelardiano, como matéria, resistência e trabalho, Bulcão (2009, p. 176) ressalta a relevância da consciência de trabalho, enquanto predicativa da corporeidade da práxis científica.

O esforço para superar os obstáculos nos faz alcançar o que Bachelard denomina de consciência de trabalho, uma consciência que faz com que nos sintamos como corpo, e não apenas como espírito ou como puro pensar. Nesse sentido, o materialismo presente na ciência contemporânea faz da resistência a noção fundamental, o que implica que todos os elementos do racionalismo materialista deixem de ser hoje elementos naturais, tornando-se substância com garantias de resistência.

Ademais, além da categoria resistência, o epistemólogo francês sublinha a existência – como traço distintivo da Química – de um intermaterialismo fenomenotécnico que se instrui no bojo das reações mútuas ocorridas entre diversas substâncias, na criação de novas matérias; ao mesmo tempo, se impõe às custas de experiências minuciosas, bem estabelecidas, numa técnica de transformação das propriedades da matéria. No âmago dessa fenomenotecnia – um processo interminável que abrange criações de novas relações e reconstruções de propriedades intermateriais – o conhecimento da matéria é atravessado por retificações, recomeços essenciais.

No interior do intermaterialismo fenomenotécnico, instância caracterizadora do materialismo químico, a homogeneidade – sinal de identidade e de permanência material – é obtida por meio de técnicas continuamente retificadas. Ressaltando a relevância dos métodos na construção da homogeneidade, Bachelard (1990, p.82) sublinha: “Fora dos métodos de homogeneização fundados cientificamente, a homogeneidade tem um valor duvidoso.” Percebe-se, assim, que o problema da pureza material está situado no seio do materialismo químico de modo profundamente imbricado à dimensão fenomenotécnica da práxis química.

A homogeneidade e a simplicidade são, então, valores técnicos conquistados concorrentemente sobre a heterogeneidade e a complexidade. Pode aqui compreender-se, na sua primeira dialética técnica, o materialismo. O simples não é um dado, mas o resultado de uma técnica de segura homogeneização... A pureza nunca é um dado. Para a reconhecer o melhor é instituí-lo ao longo de um processo de purificação.... as técnicas de purificação supõem verdadeiras operações de pureza, de modo que ao fato de pureza se sobrepõe um racionalismo do conjunto coerente dos reagentes,

reagentes a que se concede um privilégio provisório de pureza. Um corpo impuro é, em suma, experimentado por corpos que se postulam puros. Há aqui uma dialética atuante que assinala, ao longo das idades científicas, a progressiva determinação da pureza, sem que esta pureza se possa assinalar como um dado seguro, como um absoluto. (Ibid, p. 89).

Com efeito, este intermaterialismo fenomenotécnico, categoria emblemática do materialismo racional químico, apresenta uma fundação dialética que o distingue de grande parte das tradições materialistas; portanto, uma ruptura epistemológica

terá de ser provocada no interior do materialismo para levar a compreender como o materialismo discursivo e progressivo se afasta do materialismo ingênuo... se une às certezas do racionalismo... Só o árduo trabalho do pensamento e da experiência científica pode soldar o realismo com o racionalismo. (BACHELARD, 1990, p.27).

Destarte, uma devida compreensão da complexa práxis química, notadamente de sua dimensão fenomenotécnica, passa pelo entendimento do epistemológico amálgama em que se imbricam, dinamicamente, as categorias razão e matéria. Assim, do interior de sua sólida epistemologia histórica da Química, Bachelard postula que a práxis criadora, sintetizante, fenomenotecnicamente criadora de ordens e corpos é atributo fundamental do materialismo químico, um materialismo racional: afinal, em Química “é necessário fazer com que existam corpos que não existem. Quanto aos que existem, a química deve refazê-los” (Ibid, p. 32). Esta célebre ciência da matéria caracteriza-se por produzir, em seu labor, uma materialidade radical, cuja rede de relações não pode ser contemplada na natureza.

O processo de síntese na química moderna é o próprio processo de invenção, o processo da criatividade racional pelo qual o plano racional de uma substância que se pode encontrar é posto, como problema, à realização... Na química atual, é a síntese... o processo que penetra progressivamente na realização. Naquela... não se testam sínteses... obtidas no nível do dado material imediato. Interpretam-se sínteses formuladas em bases teóricas bem explícitas, em função da coordenação racional destas bases teóricas. (Ibid, p.33- 34).

Outrossim, nos inúmeros processos de síntese da matéria, a estrutura racional da química contemporânea se revela em sua grandeza dialética, produzindo a objetividade material. Contribuindo para esta produção, no seio deste intermaterialismo fenomenotécnico, a Ideia dialetiza-se no bojo da pesquisa da unidade e o esforço de diversificação. Neste sentido, conforme sublinha Bachelard (Ibid, p.48):

se se atinge, nos domínios particulares, uma visão unitária sobre os fenômenos da matéria, depressa esta visão unitária favorecerá a consciência diversificante e ajudará a formular planos de criação para novas substâncias.

Toda a perspectiva tendente à unidade da matéria é imediatamente reenviada para um programa de criação de matérias.

Desse modo, no interior da epistemologia química bachelardiana, é bem destacado o lugar que a razão ocupa na elaboração de projetos de construção da materialidade, bem como na criação e desenvolvimento do próprio aparato técnico envolvido na criação de substâncias puras, da homogeneidade. No âmago da Química contemporânea, “quando se obtém substâncias cada vez mais puras, cada vez mais profundamente homogêneas, cada vez mais seguramente simples.” (Ibid, p. 90), ou seja, enquanto a materialidade pura é objetivada, a Ideia impõe-se em toda a sua potência.

A pureza de uma substância é uma construção racional. Sem racionais e técnicos processos de purificação, não existe pureza; a pureza não é da ordem do natural, do real dado, imediato. A Química contemporânea “proporciona-nos uma Natureza nova,” (Ibid, p. 96); e quanto mais os métodos são retificados pela sua aplicação, novas Naturezas são criadas. Fundamento do materialismo racional, aplicando-se ao real, epistemologicamente vigilante em sua atividade incessante de auto-correção, consciente das sempre necessárias refundações metodológicas, o Espírito segue em seu devir retificador, construtor, reconstrutor, purificador da Matéria.

Dessa forma, Bachelard compreende que, para uma adequada compreensão do materialismo químico, a categoria razão deve ser bem destacada, uma vez que, elaboradora da práxis química, “se confirma por múltiplas verificações de um fato” (Ibid, p.55). No âmago deste materialismo, encontra-se uma razão que, a propósito do real, no campo das possibilidades, sugere, incita, preconiza, objetiva realizações. Conforme já bastante ressaltado, quando a possibilidade de construções se apresenta ao químico, não se apresenta como gratuidade, mas devidamente inserida num programa técnico-racional de criação.

No mundo do químico, não se pode decerto dizer que tudo o que é possível existe naturalmente, mas se pode afirmar que tudo o que é possível pode ser fabricado... o possível estudado pela química não é um possível gratuito, já é um programa de realização, um esquema para experiências que têm uma aposta de sucesso. Trata-se de incorporar circunstâncias convenientes a atos substanciais nitidamente definidos. Na Química, o que pode ser pensado com coerência, o que é sistematicamente possível, pode ser realizado no pleno sentido do termo. (BACHELARD, 2009, p.204).

Assim, deve-se compreender a racionalidade química, em sua indissolúvel conexão com o plano material, como instância fundamental para a caracterização da Química como uma ciência de efeitos, ativa, empenhada em realizar projetos teóricos, quando estes se tornam racionalmente possíveis. Quanto ao lugar da experimentação nesse contexto, os químicos, podem afirmar que aquela “já não profere julgamentos sem apelo; enquanto ela se recusa a sancionar a nossa expectativa, apelamos para uma nova experiência. A experiência já não é um ponto de partida, nem mesmo um simples guia; é um objetivo.” (Ibid, p.205)

Enfim, de que se trata o materialismo bachelardiano? Como se pode compreender o materialismo bachelardiano? Sem dúvida, como um materialismo científico, em profunda conexão com o racionalismo científico, que coloca em destaque a matéria, a materialidade, de uma forma original, uma vez que exalta o trabalho, o trabalho contra a matéria, contra os obstáculos que emergem, contra a sua resistência fundamental. O materialismo bachelardiano, um materialismo racional, outorga ao químico a práxis de superação racional: superar é necessário, trabalhar é indispensável, aplicar e aplicar-se, criando matérias e razões, mais ainda.

5. EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA E EDUCAÇÃO

5.1 UM BREVE OLHAR SOBRE A PRESENÇA DA EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO QUÍMICA

Gaston Bachelard, um dos fundadores da epistemologia moderna, depositário de uma obra de tal envergadura capaz de influenciar sobremaneira o pensamento de magistrais filósofos como Foucault e Canguilhem, foi inicialmente professor de Química e Física em uma escola provincial francesa (BERTOCHE 2006; BARBOSA, 1982, 1996, 2004). Conforme sublinha Lobo (2008, p.90),

A história de vida de Bachelard mostra sua preocupação constante com as questões referentes ao ensino de Ciências e à Educação... Sua trajetória como professor de Química e Física do ensino secundário levou - o a situar essas ciências dentro do debate filosófico, colocando-se contra as perspectivas dos filósofos de sua época como contra a ausência de uma reflexão metafísica no trabalho dos cientistas.

Destarte, a preocupação de Bachelard com a necessidade de reflexão filosófica sobre a prática científica revela a relevância de sua epistemologia para aqueles que lidam com o ensino de ciências. Tendo em vista a discussão de problemas relevantes do ensino de Química, eixos teóricos da epistemologia bachelardiana vêm sendo contemplados por diversos pesquisadores da educação química, como Lopes (1992, 1993), LÔBO (2002, 2007) e Mortimer (1997).

Ademais, um problema bastante debatido no contexto da Educação química, relaciona-se com processos de ensino em que a ênfase se situa mais sobre os produtos da ciência, em detrimento de seus processos de produção; com efeito, criam-se obstáculos pedagógicos, reforçadores da crença positivista que ainda concebe a práxis científica como o lócus do estabelecimento de leis invariáveis que regem os fenômenos naturais, baseadas na observação e experimentação (LÔBO, 2007).

Neste sentido, importantes autores internacionais na área de educação científica, como Abd-EL-Khalick e Lederman (2000) e Matthews (1994), dentre outros, apontam a necessidade de perspectivas históricas no ensino de ciências. Estas, segundo eles, contribuiriam para a promoção de uma práxis pedagógica motivadora de uma maior reflexividade, uma vez que visaria a compreensão do caráter histórico-cultural do empreendimento científico.

Outrossim, desenvolvendo críticas ao modo puramente descritivo com que a esfera histórica é abordada nos livros didáticos de Química e ao negligenciamento

dos embates teórico-experimentais que contribuíram para o progresso científico dessa ciência, Lopes (1993), ressalta a relevância da epistemologia histórica bachelardiana para o ensino de Química.

Concordando com Lopes (1993), Lôbo (2007, p.92), indica que tal epistemologia permite visualizar o caminho histórico por meio do qual, nas ciências, por meio de rupturas epistemológicas – categoria bachelardiana essencial para o ensino de disciplinas científicas –, se consolida a racionalidade em toda a sua complexidade.

A epistemologia histórica de Bachelard procura mostrar que o progresso filosófico das ciências físicas se deu no sentido de uma racionalidade cada vez mais complexa, rompendo com concepções inadequadas, como o realismo, substancialismo e racionalismo clássico. Nesta perspectiva, o conceito bachelardiano de ruptura epistemológica é fundamental para o ensino das matérias científicas, pois insere os conceitos científicos no contexto histórico em que eles foram produzidos, mostrando os obstáculos epistemológicos inerentes a seus próprios processos de produção.

Com efeito, o ensino de ciências introduz o estudante numa nova cultura: a cultura científica. No ensino de Química, conceitos derivados da mecânica quântica – utilizados na compreensão dos vários aspectos relativos às ligações químicas e à estrutura molecular – apresentam alto grau de dificuldade de compreensão, em função da necessidade de maior abstração. Desse modo, obstáculos, como o senso comum ou concepções epistemológicas desconectadas da práxis científica contemporânea, manifestam-se, comumente, no processo de aprendizagem dos conceitos científicos.

Destarte, observando a realidade dos obstáculos pedagógicos no ensino de Química, como o senso comum, a noção bachelardiana de perfil epistemológico, segundo Lobo (2007, p.95), “tem sido trabalhada de forma bastante original por Mortimer (1992)”, com positivas implicações para a melhoria do processo de ensino de Química, na medida em que, tendo como eixo orientador da práxis pedagógica a historicidade, mostra as rupturas e retificações que ocorreram ao longo da história da produção do conhecimento químico, ao mesmo tempo em que, ao apresentar a pluralidade epistemológica, constitutiva desta ciência, aponta a existência de uma diversidade de representações racionais da realidade, tanto para o mesmo sujeito em relação a um conceito científico, quanto para um mesmo conceito, em diferentes contextos históricos. (LOBO, 2007)

Dessa forma, Lobo, (Ibid, p. 95) sublinha que, “como alternativa ao modelo de mudança conceitual, Mortimer (1996), propõe o modelo de mudança de perfil conceitual como estratégia de ensino de ciências”, ao mesmo tempo em que destaca a relevância da explicitação das ideias dos estudantes sobre os conceitos científicos, Assim como o perfil epistemológico de Bachelard, o perfil conceitual proposto por Mortimer mostra as diferentes e mais complexas (porquanto mais racionais) zonas do perfil, bem como as características ontológicas dos conceitos científicos. (LOBO, 2007).

Outrossim, refletindo sobre a relevância e atualidade das reflexões bachelardianas sobre a práxis pedagógica e aos problemas ligados ao tema dos modelos de aprendizagem, Lobo (Ibid, p. 98), destaca que

Sua trajetória como professor de Física e Química e suas reflexões sobre o ato de ensinar decorrentes dessa trajetória adiantaram, no campo do ensino de Ciências, um debate que só recentemente teve início, a partir da utilização do modelo de aprendizagem por mudança conceitual... A ideia de que é importante conhecer as ideias prévias dos alunos para planejar estratégias de ensino de Ciências é, ainda hoje, um dos focos de estudo entre educadores dessa área... Ao admitir que o conhecimento científico tenha uma racionalidade diferente do senso comum, admite-se a existência de formas diferentes de conhecimento que vão estar presentes nas salas de aula de Ciências.

Bastante ressaltada por Lobo (2007) é a concepção de formação continuada, presente em Bachelard – enquanto filósofo defensor de uma visão dinâmica, ativa e polêmica da razão –, e integrante de grande parte dos debates em educação científica. Assim, pesquisadores em educação química, como Lobo, encontram em Bachelard, um entendimento de práxis pedagógica como uma atividade racional capaz de sempre se renovar, “inquietar a razão e desfazer os hábitos do conhecimento objetivo.” (BACHELARD, 1996, p. 304). Ademais, este epistemólogo enxerga o docente como “um eterno estudante, sempre aberto à reflexão sobre o objeto científico, de forma que a razão esteja constantemente em estado de mobilização” (LOBO, 2007, p. 98).

Com efeito, o ato de pesquisar, para o filósofo Bachelard, constitui-se em uma essencial atitude pedagógica, uma vez que refratária a perpetuação de absolutos intocáveis, petrificadores do devir da racionalidade. Entendendo a razão como uma instância móvel, mobilizadora, transgressora, anti-dogmática, indutora do novo, que não se reduz a pesquisar objetos, a meramente perscrutar o real externo, mas a si própria também, no amplo e profundo quadro dos processos de dialetizações e

aberturas epistemológicas, Bachelard (1996, p.303) sublinha: “É preciso, pois, evitar o desgaste das verdades racionais que tem tendência a tornar-se hábitos intelectuais”.

Refletindo sobre possíveis implicações pedagógicas advindas da epistemologia histórico-racionalista bachelardiana, Lobo (2007, p. 99) valoriza sobretudo as contribuições que uma concepção dinâmica (porquanto histórica) da razão pode ofertar a uma necessária formação docente reflexiva, em que a práxis da pesquisa é fundamental.

É importante que, no ensino, o professor tenha uma postura de constante questionamento sobre sua prática docente, a partir da reflexão sobre como ela tem se dado ao longo de toda sua vida profissional. Esta atitude questionadora, mobilizadora da razão, que se apreende das ideias de Bachelard, vai em direção à defesa de uma formação docente reflexiva, como aquela proposta por Schön (2000) e outros autores, como Zeichner (1993), Nóvoa (2002) e Maldaner (2000). Defendendo a importância da pesquisa na formação docente, estes autores enfatizam o processo de ação e reflexão como forma de mobilizar os saberes docentes no sentido da solução dos problemas da prática. Assim, o processo de formação docente está sempre em construção, constituindo um movimento dialético de empiria/razão fundamental, não apenas para a produção do conhecimento científico, como defendido por Bachelard, mas, também, para a produção de qualquer saber profissional que garanta a autonomia do sujeito em formação. Essa discussão mostra a pertinência, relevância e atualidade da epistemologia bachelardiana para os processos de ensino e de formação do professor, em especial, na área das ciências físicas, objeto do estudo filosófico de Bachelard. (LOBO, 2007, p.99).

A preocupação de Bachelard com o ensino de ciências de certa forma acompanha suas inquietações em relação ao processo de produção da ciência. Para ele, o racionalismo aplicado ao objeto científico deve ser precedido da incorporação do pensamento racional pelo sujeito, de forma que “uma ontologia da ideia ensinada vem, então, revestir o racionalismo docente” (BACHELARD, 1977, p. 20).

Destarte, trata-se de um racionalismo que “exige aplicação de um espírito a outro”, semelhantemente ao processo pedagógico de mediação didática, uma vez que neste, também, a ação pedagógica exige uma racionalidade docente sempre vigilante, para superar obstáculos pedagógicos como, por exemplo, o desconhecimento, pelo professor, das concepções prévias estudantis, que podem dificultar a compreensão dos conceitos científicos. (LOBO, 2007, p.97).

Ademais, em Bachelard, a diversidade de atores que compreendem a Educação química pode encontrar um pensamento simultaneamente dialético e indutor, que inclui “{...}um raciocínio capaz de inventar o real, de pensar fenômenos

que ainda não foram inventados” (RÊGO, 2014, p. 38). Afinal, conforme aponta Bachelard (1978, p.10):

Pensar corretamente o real é aproveitar as suas ambiguidades para modificar e alertar o pensamento. Dialectizar o pensamento é aumentar a garantia de criar cientificamente fenômenos completos, de regenerar todas as variáveis degeneradas ou suprimidas que a ciência, como o pensamento ingênuo, havia desprezado no seu primeiro estudo.

Neste sentido, uma epistemologia como a bachelardiana, atenta à construção da identidade da ciência química e à sua diversidade filosófica constitutiva, pode, no interior de cursos de formação de professores de Química ser de enorme relevância para o desenvolvimento de concepções epistemológicas mais sintonizadas às dimensões da práxis química (SILVA, 2014). Com efeito, a epistemologia química

{...} elaborada por Bachelard promove uma ciência de abertura que, extrapolando o estatuto da mera representação, substancializa-se no ato criador e na retificação contínua de sua própria produção.{...} Esta nova epistemologia, ao refletir sobre uma ciência que constrói seu objeto transcendendo a imediaticidade e a evidência do real admite que a ciência é sempre um saber inacabado que questiona permanentemente os parâmetros de sua própria constituição, deixando-se invadir pelo inédito, pelo ainda não pensado.{...} Seu lema é o não: não aos pontos fixos, às verdades instituídas, aos métodos anacrônicos, aos hábitos intelectuais que se cristalizaram. (PAIVA, 2005, p.20-21).

5.2 A PEDAGOGIA DA RAZÃO: EDUCAÇÃO COMO FORMAÇÃO

Se atentamente estudada, pode-se extrair da obra epistemológica bachelardiana, “contribuições importantes para a pedagogia que levariam à constituição de um novo modelo de escola e de aprendizagem” (BARBOSA e BULCÃO, 2004, p. 50). Michel Fabre (1995) sublinha, em seu livro Bachelard *Éducateur*, que o pensamento bachelardiano constitui-se numa metafísica da Razão fundadora de uma Antropologia Escolar.

Entendendo que o tema da Educação, em Bachelard, encontra-se amalgamado à uma noção mais abrangente e complexa, a de formação do sujeito – contraposta às concepções tradicionais, rígidas, que reduzem a aprendizagem de conhecimentos a meros atos de repetições e memorizações –, Barbosa e Bulcão (2004, p.51) destacam que a categoria formação é utilizada por Bachelard dada a sua preocupação em “pensar em que consiste a formação do sujeito no seu esforço de produção de conceitos, ...de razão”. Neste sentido, fica claro que, para o filósofo francês, “não tem sentido pensar o processo de construção e produção de conceitos...

sem se referir às mudanças que tais processos provocam não só no sujeito, mas também no objeto.” (Ibid, p. 52).

Assim, compreende-se bem a amplitude contida na categoria bachelardiana de Formação. Esta, ao abranger simultâneos processos de trabalho do objeto e do sujeito, articulam-se não somente às criações de realidades, mas ao movimento histórico de subjetivação desenvolvido pela razão ao longo do processo cognoscente.

Para se compreender o verdadeiro sentido de formação em Bachelard é necessário refletir sobre um ritmo oscilatório de objetivação e subjetivação, o que nos leva a concluir que não há, no pensamento bachelardiano, produção de saber e construção de objetos sem que haja concomitantemente desenvolvimento e formação do sujeito. (Ibid, p.52).

Categoria bachelardiana essencial para o entendimento da concepção pedagógica de formação é a categoria Trabalho. Conforme se depreende da Epistemologia de Bachelard, o sujeito só se manifesta através de um complexo trabalho de retificação do saber aprendido anteriormente, após o necessário afastamento das ilusões primeiras impostas ao ato de pensar, constitutivas dos obstáculos epistemológicos. Com efeito, a formação do sujeito se processa em necessários trabalhos de renúncias e reelaborações: a razão, sempre dinâmica, se dialetiza ao se objetivar e se subjetivar, ao operar sobre o real e sobre si mesma.

Dessa forma, entendemos, junto com Barbosa e Bulcão (2004) que, ao contestar o cogito cartesiano, mostrando a impossibilidade da razão ser auto-apreendida como pura e distinta, Bachelard nos esclarece o sentido pedagógico com que concebe a categoria Formação. Assim, uma vez que o ponto de partida do conhecimento – não sendo mais o imediato – é um lugar perpassado por polêmicas, diálogos, reflexões, argumentações e negações, o processo de formação deve ser contemplado a partir de uma compreensão histórica, móvel de conhecimento, enquanto uma práxis, a de conhecer, que executa seu eterno devir de reelaborações da racionalidade.

Destarte, Educação é fundamentalmente Formação, em Bachelard. Não obstante, deve-se atentar para o fato de que formação, à luz da pedagogia da razão bachelardiana, “implica sempre em desconstrução e reforma do sujeito, pois é afastando as ilusões primeiras, num esforço permanente de retificação, que o sujeito não só alcança o saber objetivo” (Ibid, p.77), mas também se eleva, se constrói, se forma, se realiza enquanto Pensamento, enquanto Ser reflexivo.

Desse modo, deve-se compreender Formação, em Bachelard, como processo dinâmico protagonizado em que retificações, dialetizações, reelaborações são implementadas ativamente pela Razão. Neste sentido, tanto na esfera da práxis pedagógica como na científica, há a premente necessidade de serem objetivamente psicanalisados os obstáculos, os erros, o imediato dado, uma vez que, impedindo a instauração de novos saberes, contrapõem-se ao progresso da Ideia, à histórica objetivação da Razão.

Outrossim, o pensamento bachelardiano aponta para a necessidade de os docentes, no âmbito de sua práxis pedagógica, encontrarem-se num estado de vigilância epistemológica tal que lhes permita compreender e ultrapassar tanto os obstáculos epistemológicos inerentes ao seu próprio conhecimento científico como os obstáculos pedagógicos, que envolvem as dificuldades que muitos estudantes apresentam na aprendizagem de conteúdos científicos (LOPES, 1996). Dessa forma, como salienta Fonseca (2008, p.365), “torna-se importante na formação do professor a reflexão e a apreensão da concepção de conhecimento científico que fundamenta a sua prática científica.”

Conforme se percebe, podem ser vislumbradas muitas implicações da epistemologia bachelardiana para a educação científica. Neste sentido, em Bachelard pode-se encontrar um rico suporte pedagógico- epistemológico capaz de contribuir fortemente para que seja empreendida uma adequada formação metacientífica do professor de ciência; qual seja, uma formação concretizada sob o fomento de um espírito de abertura dialética, indutiva, o qual, concebendo a razão como ativa, dialética e aberta, estimule também os estudantes a exercitarem a práxis revolucionária de pensar.

Assim, em Bachelard, tanto professores como estudantes podem encontrar um pensamento simultaneamente dialético – porquanto um modo de ação que recusa o imediato, a especulação passiva, o falsamente simples, na sua busca pela criação de fenômenos objetivamente completos – e indutor, na medida em que inclui “{...}um raciocínio capaz de inventar o real, de pensar fenômenos que ainda não foram inventados.” (RÊGO, 2014, p. 38). Dessa forma, dentre outras não menos relevantes funções, um docente pode contribuir mais ricamente para que o discente de Ciências aprofunde a sua compreensão do real, dialetizando seu pensamento.

Pensar corretamente o real é aproveitar as suas ambiguidades para modificar e alertar o pensamento. Dialetizar o pensamento é aumentar a

garantia de criar cientificamente fenômenos completos, de regenerar todas as variáveis degeneradas ou suprimidas que a ciência, como o pensamento ingênuo, havia desprezado no seu primeiro estudo. (BACHELARD, 1978, p.10).

Refletindo mais detidamente sobre questões vinculadas ao universo do ensino de ciências, o filósofo francês, impressionado com o fato de, à sua época, professores de ciências franceses não compreenderem os motivos das dificuldades de muitos de seus estudantes quanto à aprendizagem de conteúdos científicos, ressalta que tais docentes necessitam se psicanalisarem epistemologicamente e pedagogicamente a fim de identificarem obstáculos epistemológicos- pedagógicos, como, por exemplo, o senso comum, presentes tanto nas suas concepções como nas estudantis. Assim, uma das incumbências do trabalho docente, que se funda na compreensão bachelardiana de Educação como Formação,

Consiste no esforço de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já amontoados pela vida cotidiana, de propiciar rupturas com o senso comum, com um saber que se institui da opinião e com a tradição empiricista das impressões primeiras. (BACHELARD, 2006, p. 168).

Com efeito, uma das mais importantes contribuições epistemológicas bachelardianas para o contexto da Educação científica gira em torno de categorias como obstáculos e rupturas epistemológicas. E, na sociedade contemporânea, com a forte incursão das *fake news* trazidas mais maciçamente pelas redes sociais e aplicativos de informação, o fortalecimento de concepções anti-científicas, que se somam ao já arraigado senso comum, é premente, comprometendo, ainda mais, a árdua tarefa docente de contribuir, com a sua práxis, para a aprendizagem de conteúdos científicos. Como sublinha Fonseca (2008, p. 364-365), “um fato pouco compreendido constitui um obstáculo, um contrapensamento. Assim, torna-se importante na formação do professor a reflexão e a apreensão da concepção de conhecimento que fundamenta a sua prática científica.”

O problema do conhecimento científico, sob a luz da epistemologia bachelardiana, deve ser perscrutado sob as lentes da categoria obstáculo epistemológico; o problema da aprendizagem de conteúdos científicos deve ser cotejado sob o prisma dos obstáculos pedagógicos, obstáculos inseparáveis, no contexto educacional, dos obstáculos epistemológicos. Assim, uma pedagogia nova deve ser instaurada, uma pedagogia científica, competente para contribuir para a superação de obstáculos pedagógico-epistemológicos, advindos do senso comum e *fake news* que se lhe estão imiscuídas.

Desse modo, concordamos com Fonseca (2008) quando aponta, refletindo sobre a relevância de categorias bachelardianas como obstáculos e rupturas epistemológicas, que para Bachelard a Ciência se opõe à opinião, ao conhecimento vulgar, ao senso comum, ao “terra-planismo” tão em voga hoje na sociedade brasileira.

A epistemologia bachelardiana fundamentada no racionalismo aberto chama a atenção para o risco da não cientificidade das impressões primeiras e do pensamento simplista. Em Bachelard, epistemologia e pedagogia se entrelaçam para formar um pensamento orgânico que se renova e que não se conforma com as impressões primeiras e com os dados do senso comum e da apreensão da realidade por meios não-científicos. (FONSECA, 2008, p.365).

Com efeito, depreende-se do pensamento bachelardiano uma pedagogia científica, uma pedagogia da razão – tão necessária à atualidade em que, reiteramos, o senso comum se encontra fortalecido pela deflagração das “*fake news*” – que não recua em estabelecer uma análise profundamente crítica ao senso comum, à opinião não- científica. Em Bachelard, encontra-se uma perspectiva epistemológico-pedagógica indutora do dialético, racional pensamento científico, que eleva o humano reflexivamente, ao reformar o Espírito incessantemente. Afinal,

A opinião pensa mal; ela não pensa, traduz, necessidades em conhecimentos. Ao designar os objetos pela sua utilidade, coíbe-se de os conhecer. Nada se pode fundar a partir da opinião... Ela constitui o primeiro obstáculo a ultrapassar... É preciso, antes de tudo saber formular problemas... É precisamente o sentido do problema que dá a marca do verdadeiro espírito científico. Para um espírito científico, todo o conhecimento é uma resposta a uma questão. (BACHELARD, 2006, p.166).

Desse modo, reiteramos que, no contexto da pedagogia da razão, de Bachelard, a constatação e o ultrapassamento dos obstáculos epistemológicos-pedagógicos, como o senso comum, constitui-se como imperativo. Conforme destacam Barbosa e Bulcão, (2004, p.53): “Nos educamos através do mecanismo de afastar os obstáculos que se interpõem em nosso caminho durante o ato cognoscente, quando nos conscientizamos e afastamos os erros.” Toda essa práxis de retificação do saber é coerente com a instauração de um processo de formação e de educação permanente: processo este em que a formação subjetiva implica primordialmente em desconstrução e reconstituição de um desenganado eu; porquanto, novo eu.

Ademais, reiteramos que Formação em Bachelard é concebida como reforma do sujeito, reforma da razão, efetivada quando da desconstrução e consequente

reconstrução do Ser, por meio da retificação do saber anterior, negação das intuições primeiras. Constitui-se, assim, a Educação em um árduo “processo oscilatório de formação do sujeito e do objeto, ... que exige consciência e trabalho penoso de negação do saber anterior e do próprio sujeito, suas ilusões.” (Ibid, p.57). Com efeito, no interior do dinâmico processo pedagógico de formação, o sujeito se refaz, ao reconstruir suas próprias ideias e conceitos aprendidos anteriormente.

No âmago da epistemológica antropologia escolar bachelardiana, a noção de intersubjetividade se apresenta como essencial. Ao ser expressão da Escola como modelo, efetiva-se como fundamento da objetividade, constituindo, assim, uma pedagogia da razão que concebe o racionalismo atual como um racionalismo docente e discente, fundamentado em um eterno devir, em que recomeços, refundações, reconstruções se impõem (BARBOSA; BULCÃO, 2004; FABRE, 1995).

Bachelard chega à conclusão de que o racionalismo atual é essencialmente um racionalismo docente- discente, pois é na escola que o ato de pensar se desenvolve através de uma troca ininterrupta de ideias, na qual um sujeito aparece como aquele que ensina e um outro tem como papel ser ensinado. A ideia nova alcançada...só pode ser acatada depois de argumentação e de demonstração convincentes que mostram em que sentido esta ideia é coerente e pode dar lugar a um novo conhecimento... A meta do racionalista é fazer com que outros possam compreender e aceitar as novas verdades que se abrem para um futuro promisso de conhecimentos. (BARBOSA; BULCÃO, 2004, p.58-59).

Destarte, o filósofo francês, ao mesmo tempo em que concebe a Escola como o mais elevado modelo de vida social, compreende que, fundamentado “numa atividade essencialmente pedagógica, na qual o ato de pensar e de reflexão integra a própria dinâmica de formação e de educação” (Ibid, p.60), o racionalismo científico é também pedagógico. Objetivando compreender o duplo caráter deste racionalismo, no âmbito da concepção bachelardiana de formação, Barbosa e Bulcão (2004) destacam dois aspectos do mesmo: o caráter dinâmico de inversão da dialética que se desenvolve nas relações entre professor e estudante; e a já citada intersubjetividade decorrente dessas próprias relações dialéticas, que se estabelecem no seio de um processo simultaneamente discursivo e dialógico.

Ademais, do interior de sua pedagogia científica, Bachelard aponta para a necessidade de uma prática docente que vise “estimular o estudante na capacidade de inquietar-se, de colocar sempre novas questões e de estar em permanente estado de inconformismo com o conhecido, ... com o conhecimento estabelecido.” (FONSECA, 2008, p.368), criando, também – a partir do entendimento de que

“pesquisa e ensino constituem processos interligados e interativos” (Ibid, p.368) –, oportunidades para que o estudante desenvolva processos sistemáticos de pesquisa.

No entanto, para pensar o ensino articulado à pesquisa, torna-se necessário reverter a lógica do ensino tradicional e integrá-lo à lógica da pesquisa. Integrar ensino e pesquisa pressupõe uma nova relação com o estudante e uma nova condição de ensino. O estudante é o centro da ação pedagógica. Ele deve produzir, refletir, observar, indagar e, essencialmente, adquirir formação e ações básicas de quem investiga. Este processo pedagógico poderá contribuir para desenvolver sua própria autonomia intelectual, tornando-se um intelectual independente, capaz de assumir atitudes científicas no seu futuro profissional. (FONSECA, 2008, p.368).

Outrossim, uma epistemologia dialética como a bachelardiana, tão atenta às profundas modificações estruturais por que passou o pensamento científico desde o início do século XX, pode, no contexto de uma formação de professores de ciências – amparada por um clima em que a vivência de posturas abertas, questionadoras e retificadoras seja uma constante – ser de enorme relevância para que se construam concepções epistemológicas mais sintonizadas à uma concepção de real como um númeno não-kantiano, um constructo promovido por uma polêmica razão, que não se cansa promover em si modificações estruturais, enquanto se movimenta na História.

Destarte, ressaltamos que o pensamento bachelardiano pode contribuir para uma adequada formação metacientífica de docentes, uma vez que, compreendendo o espírito científico como um promotor de aberturas epistemológicas fundadas em ininterruptos atos de retificação conceitual, pode ofertar àqueles sujeitos uma visão de ciência que estimula a ruptura com rígidos hábitos mentais, ao conceber aquela como um

um saber inacabado que questiona permanentemente os parâmetros de sua própria constituição, deixando-se invadir pelo inédito, pelo ainda não pensado. {...} Seu lema é o não: não aos pontos fixos, às verdades instituídas, aos métodos anacrônicos, aos hábitos intelectuais que se cristalizaram. (PAIVA, 2005, p.20-21).

Outrossim, do ponto de vista da elaboração de sua pedagogia da razão, é muito importante destacar aqui que Bachelard postulava a necessidade do ensino de ciências promover uma espécie de reforma psicológica no estudante, no sentido de que lhe seriam estimulados o desenvolvimento de pensamentos situados para além de uma lógica aristotélica, ainda cristalizada ao princípio de identidade. (BERTOCHE, 2019).

Segundo Bertoche (2019, p. 177), a defesa de uma lógica não-aristotélica como fundamento para a Educação, originalmente proposta por Korzybski, encontra

ressonância em Bachelard, por se tratar de uma visão pedagógica dialética, ou seja, que coloca em destaque “uma lógica que dialetiza seus princípios, estabelecendo as condições em que tais princípios lógicos-metafísicos são válidos e as condições em que não são.”

Dessa forma, a pedagogia racional bachelardiana, ao se estruturar fundada no potencial dialetizador, possui o mérito de contribuir para a ultrapassagem de obstáculos pedagógicos, como a rigidez e o dogmatismo intelectual, que não colaboram para o desenvolvimento de novas epistemes. Explicitando esse entendimento, Bachelard (1978b, p. 77) sublinha:

Nós que tentamos extrair as novas maneiras de pensar, devemos dirigir-nos para as estruturas mais complicadas. Devemos aproveitar todos os ensinamentos da ciência, por muito especiais que sejam, para determinar as novas estruturas espirituais. Devemos compreender que a aquisição de uma forma de conhecimento se traduz automaticamente numa reforma do Espírito. É, pois, necessário dirigir as nossas investigações no sentido de uma nova pedagogia. Nesta via que pessoalmente nos atrai há vários anos, vamos tomar por guia os trabalhos... da escola não-aristotélica fundada... por Korzybski.

Assim, Bachelard, encontra, no pensamento de Korzybski, uma concepção de Educação em sintonia com a dialética que se expressava no novo espírito científico corrente, uma vez que enaltecida de uma razão aberta, ativa, polêmica, criadora, sintética, indutora. Neste sentido, em diálogo com o não-aristotelismo korzybskiano, Bachelard aprofunda sua visão de Educação como Formação. Com efeito, a compreensão bachelardiana de Educação, ao destacar a necessidade de maiores e mais sofisticadas aberturas de pensamento, destaca o protagonismo pedagógico da Razão.

Deste modo, a pedagogia da razão de Bachelard, enquanto dialética, se contrapõe a blocagens do pensamento, ao nível dos conceitos. Afinal, o epistemólogo francês não atribui confiança a conceitos científicos ainda não dialetizados. Mais ainda, Bachelard (Ibid, p.81) indica que “o que impede a sua dialetização é uma sobrecarga do seu conteúdo. Esta sobrecarga impede o conceito de ser delicadamente sensível a todas as variações de condições em que ele assume as suas justas funções.” Neste sentido, os processos de dialetizações conceituais efetivados pela razão podem ser contemplados como deflagrados em “uma encruzilhada em que a Liberdade...tomará consciência de si própria.” (Ibid, p.78).

Com efeito, evidencia-se da pedagogia da razão bachelardiana uma visão de educação que assinala, a respeito do pensamento humano, que este deve ser

incessantemente mobilizado: “permanentemente remetido para a sua tarefa essencial de invenção, de atividade de abertura.” (BACHELARD, 1978b p. 79). Contudo, a tarefa de empreender uma educação preocupada em promover, nos estudantes, dialéticas aberturas de pensamento, exige como pré-requisito, para Bachelard, a necessidade de

psicanalizar os educadores, romper o sistema de blocagem psíquica que tantas vezes os caracteriza... Parece impor-se uma conclusão que nós próprios defendemos nas nossas conclusões da Formação do Espírito Científico; todo o educador... deve ser reformado. (Ibid, p.78).

Nesse sentido, à luz da dialética concepção pedagógica bachelardiana – notadamente o seu entendimento da função educativa como propulsora do desenvolvimento da consciência das significações múltiplas, das estruturas teóricas variáveis –, faz-se necessário que durante o processo de ensino-aprendizagem, sejam oportunizados aos estudantes a inserção na práxis de dialetizações conceituais características da razão científica contemporânea. Desse modo, para Bachelard, a Escola se constitui como lócus pedagógico emérito para fomentar e desenvolver – no que remete ao amplo espectro que abrange conteúdos, conceitos e teorias científicas – pensamentos dialetizadores.

Ademais, da dialética pedagogia da razão de Bachelard depreende-se um racionalismo docente-discente, que enquanto dialogado, garante, por conseguinte, a deflagração de reflexões, argumentações que visam elaborações mais e mais coerentes da objetividade. Bachelard, entendendo que a objetividade só pode fundar-se numa intersubjetividade, considerava que a melhor forma de avaliar suas próprias ideias era ensinando-as. Na dinâmica de pensar, de ensinar, de aprender, as ideias se transformam; o estudante eleva a sua compreensão a partir da argumentação do professor; a coerência de uma ideia é demonstrada, uma razão se aplica à outra, como o exige o racionalismo. (BARBOSA; BULCÃO, 2004).

Assim, trata-se, na pedagogia da razão bachelardiana de uma compreensão essencialmente crítico-reflexiva de Educação, porquanto objetiva estimular docentes e discentes a “exercitarem o pensamento aberto na busca de fenômenos e problemáticas complexas e na capacidade de formular questões- problemas e de construir objetos de pesquisa” (FONSECA, 2008, p. 366), contribuindo, dessa forma, para o fortalecimento de suas respectivas autonomias intelectuais. Neste contexto, é muito importante que o professor elabore metodologias que ofertem ao estudante a

imersão em processos teóricos dialetizantes, quando da utilização de conceitos científicos historicamente construídos.

Desse modo, a pedagogia da razão, de Bachelard, constitui-se numa exaltação à criação, à invenção, se nos apresentando em todo o seu caráter genuinamente pedagógico. Conforme sublinham Barbosa e Bulcão (2004, p.51), em Bachelard, “o ato de conhecer não se reduz à repetição monótona e constante de verdades absolutas e imutáveis que, uma vez alcançadas, se solidificam, ancorando-se no porto seguro da memória”, mas uma prazerosa aventura no reino do saber – reino que sempre se renova, quando da produção, de novas verdades.

Com efeito, do pensamento epistemológico bachelardiano emula uma pedagogia racionalista que concebe uma razão aberta e atribui à Escola um lugar notável, que parece clamar por um novo modelo de comunicação pedagógica: uma comunicação que, verdadeiramente científica, pense o verdadeiro, o Espírito científico, como inserido no vetor histórico de incessantes retificações.

A partir de sua pedagogia da razão, o filósofo francês outorga à Escola uma das suas mais fundantes funções intelectuais: a de possibilitar que se experimente o aprendizado de um conhecimento, que se construa o aprendizado de um saber, entendendo este como parte integrante de um quadro sempre dinâmico, sempre perpassado por incessantes retificações, como parte da História das Ciências. Ademais, em uma forte crítica ao ensino de ciências realizado em sua época, na Europa, Bachelard (1996, p. 309-310) indica a sua revolucionária concepção pedagógica de Escola:

Se formos além dos programas escolares até as realidades psicológicas, compreenderemos que o ensino das ciências tem de ser todo revisto; que as sociedades modernas não parecem ter integrado a ciência na cultura geral. A desculpa dada é que a ciência é difícil e que as ciências se especializam. Mas, quanto mais difícil é uma obra, mais educativa será. Quanto mais uma ciência é especial, mais concentração espiritual ela exige...Na obra da ciência só se pode amar o que se destrói, pode-se continuar o passado negando-o, pode-se venerar o mestre, contradizendo-o. Aí, sim, a Escola prossegue ao longo da vida... Só há ciência se a Escola for permanente. É essa escola que a ciência deve fundar. Então, os interesses sociais estarão definitivamente invertidos: a Sociedade será feita para a Escola e não a Escola para a Sociedade.

Seguramente, a pedagogia da razão de Bachelard pode também ser entendida como uma apologia ao vivo exercício de pensar, desenvolvido em um processo ininterrupto de reflexão e diálogo, que, uma vez promovidos nos espaços escolares, caracterizariam a essência da verdadeira Escola: aquela que teria como objetivo

primordial a formação do ser humano, o desenvolvimento de sua racionalidade, preocupando-se em ofertar condições de ativar níveis cada vez mais profundos, dialéticos da razão, em todo o seu caráter criador e dinâmico. (BARBOSA; BULCÃO, 2004).

É preciso que a Escola seja concebida como o lugar onde a mente dos jovens é impulsionada para uma abertura na direção de todas as possibilidades científicas, mesmo – e principalmente – daquelas que se apresentam como contraditórias com a lógica do dia- a- dia. É preciso que a escola seja um lugar de desconstrução do senso comum. Para Bachelard, a escola jamais deveria se organizar como uma reprodução, em ambiente reduzido e controlado, da sociedade; nunca deveria se transformar em uma máquina social de adestramento para o preenchimento de postos de trabalho... A Escola deveria, ao contrário, ter como modelo a cidade científica, com suas controvérsias, com suas discussões, com suas dificuldades; ao aluno deveria ser exigido o comprometimento intelectual, antes de tudo, para a compreensão de assuntos certamente difíceis, mas fundamentais para que a ciência possa progredir. (BERTOCHE, 2019, p.176).

Acerca de uma das especificidades da perspectiva pedagógica bachelardiana, Barbosa e Bulcão (2004, p.77) destacam que a mesma se contrapõe a valores próprios da pós-modernidade, como o pragmatismo, utilitarismo, passividade, consumismo. Ao propor a sua concepção de Formação no interior de sua Pedagogia da Razão,

Bachelard recusa os valores de cultura próprios da pós-modernidade que se sustentam no ideal pragmatista que conduz à máxima de que os sucessos de ordem pragmática têm valor em si mesmos. A utopia bachelardiana de educação se opõe radicalmente à ociosidade pós-moderna de consumação passiva. Formação, para o filósofo francês, implica fundamentalmente no dinamismo do Espírito, de um Espírito cuja constituição de si mesmo é permanentemente retomada.

Destarte, Barbosa e Bulcão (Ibid, p.78-79), destacando que a dimensão pedagógica da filosofia bachelardiana encontra-se centrada na concepção racionalista de formação e de reforma do sujeito, bem como na ideia de uma escola permanente, pontuam que, imanente à razão humana, aquela escola “faz reviver, em cada um, a dialógica do racionalismo docente-discente, ao mesmo tempo em que eleva o Espírito... e é justamente isto que nos torna capazes de formação e de educação.”

Assim, à luz da ideia de Formação humana permanente, Bachelard constrói a sua pedagogia da razão, apresentando a Escola como uma emérita instituição em que a Ideia trabalha, volve-se sobre si mesma, sobre outrem; enfim, desenvolve-se, cresce, dialetiza-se. O epistemólogo francês “faz da pedagogia a forma mesma da razão. Mostra ao longo de sua obra epistemológica... que a escola é, na verdade, a

forma específica do diálogo empreendido pela razão no seu esforço de desenvolvimento, diálogo este que leva”. (Ibid, p.77).

Centradas na noção de estrutura dinâmica do ser humano, onde se encontram pressupostas a ruptura e a polêmica função da razão, a pedagogia da razão, de Bachelard, opõe-se radicalmente à ociosidade pós-moderna de consumação passiva. Não poderia ser diferente, uma vez que a concepção bachelardiana de Formação se funda em um entendimento dinâmico da subjetividade, constituindo-se em “um pensamento que impõe o refazer-se da subjetividade, um ultrapassamento de si mesmo, uma busca de auto-renovação criadora incessante, inesgotável e visceral.” (Ibid, p.79).

Conforme sublinha Bachelard, a ciência, ao instruir a razão, obriga-lhe a obedecer. É um imperativo, uma exigência que a ciência outorga ao Espírito, ao Ser. O espírito deve dobrar-se às condições do Saber, que sempre dinâmico, em seu movimento histórico, executa o seu devir, complexificando-se, dialetizando-se, alçando mais e mais vôos racionais. Com efeito, cabe à Razão, no interior do concreto e sublime espaço escolar, na Escola, obedecendo a deveres pedagógicos, mais do que criar estruturas que correspondam à flexível estrutura do Saber, conectando-se às suas dialéticas. Afinal,

Que seria uma função sem possibilidades de pensar? Que seria uma razão sem possibilidades de pensar? A **pedagogia da razão** deve, pois, aproveitar as possibilidades do pensar. Deve procurar a variedade dos pensamentos, ou melhor, as variações do pensamento. Ora, as variações do pensamento são numerosas nas ciências...; são todas solidárias com uma dialética dos princípios da razão, com uma atividade da filosofia do não. É preciso extrairmos daqui a lição. (BACHELARD,1978b, p.87)

6. CONCLUSÃO

O pensamento epistemológico de Bachelard oferta uma compreensão originalmente dialética das dimensões da práxis química. Ao contemplá-las em sua epistemologia química, o filósofo francês identifica, explicita e analisa os complexos processos de dialetizações conceituais, nocionais e teóricos empreendidos pelo pensamento químico – expressões do dialético devir histórico de uma razão dinâmica, aberta, transgressora, livre e polêmica.

Nesse sentido, o caráter dialético da epistemologia química bachelardiana apresenta-se em sua radical originalidade, quando se elucida o modo como Bachelard apresenta, descreve e compreende os sofisticados movimentos de aberturas epistemológicas deflagrados nas dimensões da práxis química. Tais movimentos constituem-se como vetores potencialmente capazes de, no plano do pensamento químico, instaurarem novos princípios, novas estruturações teóricas.

Destarte, como constata Bachelard, emergia um novo espírito científico entre o fim do século XIX e o início do século XX: logo, a Filosofia das Ciências necessitava adequar-se a este. Para tanto, precisava construir uma nova linguagem para a compreensão dos novos fenômenos que se apresentavam no interior do desenvolvimento histórico da racionalidade explicitado pela Química. Desse modo, entendendo a linguagem científica sob um prisma dinâmico, uma vez que sempre submetida a retificações, o filósofo francês inaugurara uma nova discursividade sobre a práxis química. Com efeito, Bachelard desenvolve uma linguagem adequadamente flexível o suficiente para expressar o movimento e a versatilidade de uma práxis química que se caracterizava por originais operações racionais sobre o real.

Ademais, a epistemologia bachelardiana, em sua crítica aos filósofos da ciência da época, sublinhava que não cabiam mais filosofias racionalistas fundamentadas em concepções imobilistas que entendiam o pensamento a partir de rígidas categorias como a unidade, identidade, permanência, negligenciando o seu caráter histórico. Outrossim, o filósofo francês, a partir de sua concepção original de dialética, entendendo a Razão como uma estrutura dinâmica, empreende estudos sobre os esforços de abertura desenvolvidos pelo Espírito nas diversas dimensões da práxis química, – a partir das últimas décadas do século XIX – introduzindo categorias novas, revolucionárias, como: dualismo, polaridade e alternância

epistemológica; perfis, obstáculos e rupturas epistemológicas; retificações, aberturas epistemológicas, fenomenotecnia.

Em verdade, deve-se ressaltar que a originalidade da metaquímica de Bachelard conecta-se, profundamente, com a sua também original concepção epistemológica de dialética. Para tanto, muito contribuiu o lugar nevrálgico ocupado pela categoria complementaridade no escopo dessa epistemologia dialética – em sobreposição ao destaque que a categoria contradição ocupara em outros tradicionais sistemas filosóficos também dialéticos, como o hegeliano.

Dessa forma, em sua compreensão originalmente dialética das dimensões da práxis química, Bachelard, mais do que apenas elaborar uma epistemologia química dualista, caracterizada pelo móvel diálogo entre razão e real, cria uma ontologia do complementar, ao expor um entendimento do Ser, não como um sinal de unidade, mas como clivado por caracteres complementares.

Parece-nos que se devem introduzir na filosofia científica contemporânea princípios epistemológicos verdadeiramente novos. Um desses seria, por exemplo, a ideia de que os caracteres complementares devem ser inscritos na essência do ser, em ruptura com essa tácita crença de que o ser é sempre o sinal da unidade. De fato, se o ser em si é um princípio que se comunica ao espírito... não poderia ser o símbolo da unidade. Seria, portanto, conveniente fundamentar uma ontologia do complementar. (BACHELARD, 1978a, p. 98).

Seguramente, a epistemologia química bachelardiana se apresenta como originalmente dialética também pela novidade trazida por sua visão não-kantiana de númeno, que parece amalgamar-se indissolivelmente com uma concepção a posteriori de dialética. Neste sentido, no seio de sua epistemologia química, para melhor elucidar epistemologicamente as operações do Logos, Bachelard erige a dialética categoria racionalismo aplicado. Sob as luzes desta, perscrutava a notável dimensão fenomenotécnica distintiva de uma práxis química dialética, em cujo âmago os pares razão e real se mantêm em constante diálogo, inseridos no plano de uma experimentação em que culminam projetos teóricos de objetivações numênicas, materializações da Ideia.

Destarte, o objeto químico em Bachelard – seja uma substância, uma molécula, um átomo, um elétron – adquire o status numênico, enquanto estrutura dialeticamente produzida, enquanto uma fenomenotecnia. Assim, no quadro de sua original epistemologia química dialética, debruçado sobre a diversidade de númenos químicos que se lhe eram apresentados pela práxis química, Bachelard elabora uma

crítica ao solidismo apriorístico das formas. Ademais, ao avançar em suas reflexões sobre o númeno, o epistemólogo francês entende que, sobre este, trata-se, verdadeiramente, de uma estrutura dialética, de uma objetivação produzida pela razão, num contexto experimental em que os próprios aparelhos constitutivos deste lócus, construtores que o são da materialidade, também são, por sua vez, constructos racionais.

Desse modo, em sua dialética metaquímica, Bachelard contempla as diversas dimensões da práxis química. Notadamente, estudando os esforços de abertura do pensamento químico no que remete a uma categoria fundamental à ciência química, como a substância, Bachelard explicita, em sua epistemologia, as dialetizações promovidas pela razão no âmbito do pensamento químico contemporâneo. Com efeito, a substância química passa, então, a ser contemplada como um instante de um processo de realização da razão.

Verdadeiramente, a epistemologia química bachelardiana, enquanto dialética, explicita os diversos modos sob os quais se efetivam as dialetizações nocionais, as aberturas epistemológicas, as retificações conceituais. Complexificações envolvendo relações tão caras à práxis química, como as que envolvem as categorias substância e energia são desnudadas por Bachelard. Dessa forma, frente a sofisticadas determinações experimentais, no amplo espectro da dimensão fenomenotécnica, o filósofo também destaca a categoria tempo, por meio das suas conexões com a categoria energia, ilustres instâncias da epistemologicamente notável dimensão processualista da práxis química.

A razão química complexifica-se em seu ativo devir histórico. E a dialética epistemologia química de Bachelard, em sua originalidade, ao perscrutar as dimensões diagramática e classificatória da práxis química, constitui-se em original expressão do processo pelo qual as dialetizações teóricas impulsionaram o desenvolvimento do conhecimento das estruturas moleculares e classificações das espécies químicas.

Ademais, conforme já ressaltado, as Ciências de modo geral, – e a Química, em particular – a partir do final do século XIX, necessitavam de uma Filosofia que as traduzisse em seu dialético devir, uma vez que o Logos, dinamicamente aberto, revolucionando seus princípios, complexificando cada conceito científico, dialetizando suas bases, aplicava-se, realizava-se. Com efeito, o novo espírito científico precisava, assim, de uma epistemologia dialética que expressasse que:

não há fenômenos simples; o fenômeno é uma trama de relações. Não há natureza simples, substância simples; a substância é uma contextura de atributos. Não há ideia simples, porque uma ideia simples...deve ser inserida, para ser compreendida, num sistema complexo de pensamentos e de experiências. A aplicação é complicação. (BACHELARD, 1978a, p.164).

Destarte, a Filosofia da Química bachelardiana, em sua dialeticidade, ao reconhecer a Criação, a Invenção como instâncias fundamentais da racionalidade científica contemporânea, concebe esta como depositária de um racionalismo dialético, potencializador da emergência de sempre novos e múltiplos saberes dinamizadores de processos de objetivação do real.

Desse modo, reafirmamos que em Bachelard encontra-se uma Filosofia enaltecadora do devir criativo de uma Razão que, ao movimentar-se por novos caminhos, subverte a ordem. Neste sentido, polemizar faz-se primordial; destruir amarras que aprisionam o Espírito, imobilizando-o, torna-se premente. Assim, pode-se vislumbrar a relevância epistemológica e pedagógica de uma filosofia transgressora, como a bachelardiana. Com efeito, esse som que eclode de seu pensamento pode e deve mobilizar a humanidade, a seguir a razão em seu devir histórico. De fato, eis uma Filosofia que conclama o Ser ao movimento, à abertura, à liberdade autêntica, a dialetizar-se em novas construções e reconstruções.

Outrossim, é verdade que, ao longo das últimas décadas, pesquisadores da área do ensino de ciências vêm se debruçando sobre problemas vinculados à esfera da formação metacientífica do estudante e sua relação com a autonomia reflexivo-social do Ser. Dessa forma, cremos que, na dialética Pedagogia da Razão bachelardiana, aquela comunidade de Educação pode encontrar um aparato indispensável não somente para enriquecer suas reflexões pedagógico-epistemológicas, mas sobretudo, para ajudar na construção de práticas pedagógicas que contribuam para a autonomia epistêmico estudantil, na medida em que realmente estimulem o desenvolvimento de pensamentos mais dialetizantes, sintomas de uma razão dinâmica, aberta, livre, científica. (FERREIRA, 2015).

Assim, pensamos que um dos principais objetivos almejados no contexto do ensino de ciências deve aludir ao fortalecimento da autonomia intelectual de estudantes do nível básico e superior. Compreendemos, no entanto, que se torna difícil propor para estes a conquista de uma maior emancipação, sem considerarmos conceitos como entendimento e agência epistêmica, visto que tais parecem permear a própria ideia de autonomia intelectual. Desse modo, reiteramos a importância do

pensamento de Bachelard neste contexto, dada a sua compreensão de razão como uma instância em incessante movimento, uma vez que dialética, transgressora, polêmica.

Seguramente, em Bachelard, encontra-se um pensamento pedagógico sustentado por uma exaltação às Invenções perpetradas pela razão humana nas Ciências e na Epistemologia. Trata-se realmente de uma Apologia à Razão, ao Espírito, ao Logos, ao Pensamento que, dialeticamente, cria, recriando-se, e, assim, cumpre seu dever, seu imperativo, que é o de se movimentar na História, de constituir a História humana.

Notavelmente, o pensamento bachelardiano confere destaque à Ideia, ao Logos. E, na atualidade, em dias em que as fake news bombardeiam os cérebros humanos, via aplicativos, redes sociais, o Logos merece voltar a ser contemplado, desejado, destacado. Bachelard coloca a Razão no púlpito maior da História, particularmente na História das Ciências, ao afirmar que o Espírito se produz, se reproduz, em seu devir histórico, ao elaborar incessantemente novas realidades, novas dialéticas. Bachelard ao valorizar o Logos, valoriza a capacidade humana de erigir maiores e mais profundos progressos.

Desse modo, estudantes, entendidos como reais agentes epistêmicos, encontrarão na obra deste epistemólogo francês um pensamento que os emula a refletir sobre problemas diretamente ligados ao seu contexto social, como o fora, em épocas de pandemia, os que remetiam a todo um estatuto científico ligado ao Covid-19, bem como ao processo de vacinação. Destarte, é direito dos estudantes, enquanto sujeitos racionais, no sentido bachelardiano do termo, serem motivados, nas instâncias escolares, a participarem de constantes e ativos processos de agência epistêmica, que lhes estimulem ao pleno exercício da racionalidade que se lhes constituem.

Com efeito, os estudantes de ciências, concebidos como sujeitos protagonistas do seu próprio processo de Autonomia, devem ser estimulados ao exercício de dialéticas práxis racionais, para que, quando em contato com informações veiculadas socialmente, supostamente científicas, – ou nem tanto – tenham condições de, exercendo suas performances epistêmicas, reformulá-las, endossá-las ou rejeitá-las.

Nós precisamos educar os estudantes para a virtude da autonomia{...} Os Estudantes não devem apenas conhecer e entender a realidade, mas também, a partir do exercício de sua autonomia, ser responsáveis pelas suas crenças e atitudes em geral; devem ser criticamente reflexivos sobre o que

lhes é apresentado {...} capazes de ofertar razões que sejam passíveis de endosso ou rejeição pelos outros. (FERREIRA, 2015, p. 120).

Notadamente, da filosofia bachelardiana, emerge uma pedagogia da razão, – expressão de uma concepção de Educação como Formação – no seio da qual o filósofo francês convida o Ser a aventurar-se na práxis de pensar, conhecer, aplicando sua subjetividade a outras subjetividades e objetividades. Dessa forma, à razão é garantida a exigência de auto-renovação, por meio de retificações conceituais incessantes, numa eterna busca de novas verdades. A inquietante razão, assume para si, como imperativo pedagógico, a busca pelo seu próprio aprofundamento, o mergulho nas sofisticadas, complexas possibilidades de Pensar. Assim, poderá usufruir do que possui de mais identitário, a sua Potência: o seu movimento em busca da Verdade.

A Razão, em Bachelard, vangloria-se. O Real só pode ser perscrutado enquanto processo, enquanto Realização Racional. A Razão movimenta-se, e ao movimentar-se, cria, recria, recria-se. Parece- nos ser o lema bachelardiano um pedido à Razão, ao Ser:

Continue a Inventar!

Não pare de Provocar,
de se auto-Provocar!

Promova Rupturas!

Problematize Sempre!

Liberte-se a cada Dialectização!

Crie o Novo!

Liberte- se, Razão amada,
de qualquer prisão,
de todo Sistema,

de qualquer Submissão,
de todo Dogma!

Aprofunde-se!

Complexifique-se!

Retifique-se!

Dialetize-se!

REFERÊNCIAS

ADÚRIZ-BRAVO, A. A. (2001). **Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias**. Trabalho de conclusão de curso (tese de Doutorado) - Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

BAHELARD, G. **A epistemologia**. Tradução de Fátima Lourenço Godinho e Mário Carmino Oliveira. Lisboa: Edições 70, 2006.

_____. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. **Ensaio sobre o conhecimento aproximado**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.

_____. Númeno e microfísica. In: **Estudos**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

_____. **O novo espírito científico**. In: PESSANHA, J. A. M. (Org.). Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1978a.

_____. **A filosofia do não**. In: PESSANHA, J. A. M. (Org.). Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1978b.

_____. O idealismo discursivo. In: Barbosa; Bulcão. Bachelard. **Pedagogia da razão, pedagogia da imaginação**. Tradução de Marly Bulcão. Petrópolis: Vozes, 2004.

_____. **O racionalismo aplicado**. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

_____. **O materialismo racional**. Tradução de João Gama. Lisboa: Edições 70, 1990.

_____. **O pluralismo coerente da química moderna**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2009.

BARBOSA, E. **Gaston Bachelard: o arauto da pós-modernidade**. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia (EDUFBA), 1996.

_____. **A questão da objetividade científica em Gaston Bachelard**. Revista Universitas, n. 29, p.135-146, jan./abr.1982.

_____; BULCÃO, M. Bachelard. **Pedagogia da razão, pedagogia da imaginação**. Petrópolis: Vozes, 2004.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 1977.

BENSAUDE-VINCENT, B. Chemistry in the french tradition of philosophy of science: duhem, meyeron, metzger and bachelard. **Studies in history and philosophy of science**, [S.l.], v.36, n.4, p.627– 848, 2005.

_____. The chemists' style of thinking. **Ber.wissenschaftsgesch**, [S.l.], n.32, p.365–378, 2009.

BERNAL, A.; DAZA, E. E. (2010). On the epistemological and ontological status of chemical relations. **HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.2, n.2.

BERTOCHÉ, G. **A objetividade da ciência**. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2006.

_____. **Realidade e Realização: a Dialética do Real na Epistemologia de Bachelard**. Teresópolis: Cogitamus, 2019.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora LDA, 1994.

BULCÃO, M. **O racionalismo da ciência contemporânea: introdução ao pensamento de Gaston Bachelard**. Aparecida: Ideias & Letras, 2009.

CACHAPUZ, A.; PAIXÃO, F. Mudanças na prática de ensino da química pela formação dos professores em história e filosofia das ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.18, 2003.

CALDIN, E. F. **The structure of Chemistry in relation to the philosophy of science**. London; New York: Sheed e Wards, 1961.

_____. The structure of Chemistry in relation to the philosophy of science. **HYLE International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.8, n.2, p.103-121,2002.

CHAMIZO J. A. Technochemistry. One of the chemists' ways of knowing. [S.l, s.d], **Foundations of Chemistry**, v.15, Issue 2, p. 157-170, 2012.

_____. Los modelos de la química. **Educación química**, México, v.17, p.476-482, 2006.

_____. A filosofia de la química: Sobre el método y los modelos. **Educacion quimica**, [S.l.], v.20, n.1, p.6-11,2009.

_____. Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. **Eureka, Revista de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 7, p.26-41, 2010.

CROTTY, M. **The foundations of social research: meaning and perspective in the research process**. Londres: Sage, 1998.

EARLEY, J. Would introductory chemistry courses work better with a new philosophical basis? **Foundations of Chemistry**. New York, v.6, p.137-160, 2004.

_____. Some philosophical influences on Ilya Prigogine's statistical mechanics. **Foundations of Chemistry**. New York, v.8, n.3, p.271-283, 2006.

_____. How chemistry shifts horizons: element, substance, and the essential. **Foundations of Chemistry**. New York, v.11, n.2, p.65-77, 2009.

_____. A New 'Idea of Nature' for Chemical Education. **Science & Education**, New York, Online first, 29 jul, 2012.

ERDURAN, S. Philosophy of Chemistry: An emerging field with implications for chemistry education. **Science & Education**, New York, v.10, p.581-593, 2001.

_____; ADÚRIZ-BRAVO, A.; NAAMAN, R. M. Developing epistemologically empowered teachers: examining the role of philosophy of Chemistry in teacher education. **Science & Education**, New York, v.16, n.9, p.975–989, 2007.

FABRE, M. **Bachelard éducateur**. PUF, Paris, 1995.

FERREIRA, T. A. Virtude, **Autonomia e o Objetivo do Ensino de Ciências**. In: **Entendimento, Conhecimento e Autonomia: Virtudes Intelectuais e O Objetivo do Ensino de Ciências**. Tese de Doutorado. Programa de Pós- Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Salvador, UFBA, 2015.

FONSECA, D.M. A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade e da prática docente. **Educação e Pesquisa**, v.34, n.2, p.361-370, 2008.

GIL-PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ MONTOSO, I.; CARRASCOSA ALÍS, J.; CACHAPUZ, A. PRAIA, J. Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, vol. 7, nº 2, p. 125-153, 2001.

GOERGEN, P. A crítica da modernidade e educação. **Pro-posições**. [S.l.], v.7, n.2, p. 5-28, 1996.

GOMES, L. R. **Educação e consenso em Habermas**. Belo Horizonte: Alinea,2007.

GOMES, A. L. F. Gaston Bachelard: ciência e poesia no embate homem- mundo. In: SANT'ANNA, C. (Org.). **Para ler Gaston Bachelard: Ciência e arte**. Salvador: Edufba, 2010.

GONÇALVES, A. M.M. Ciência e filosofia em Gaston Bachelard. In: **Revista Ideação** – número dedicado a Gaston Bachelard. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Filosofia, n. 9, p.23-36, jan, 2002.

_____. Racionalidade científica e impulsos da imaginação. In: SANT'ANNA, C. (Org.). **Para ler Gaston Bachelard: Ciência e arte**. Salvador: Edufba, 2010, p.145- 156.

GONÇALVES-MAIA, R. As fotografias de difração de raios x e a estrutura molecular. In: Di S., Marco; POMBO, O. **As imagens com que a ciência se faz**. Lisboa: Fim de Século, 2010.

GOODWIN, W, M. How do structural formulas embody the theory of organic chemistry? **Philosophy of Physical Science**, v.61, n.3, p.621-633,2010.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. W. Competing paradigms in qualitative research. In: N. K. DENZIN; Y. S. LINCOLN (Eds.), **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: Sage, 1994.

HARRÉ, R. Chemical kinds and essences revisited. **Foundations of Chemistry**. New York, v.7, p. 7-30, 2005.

HJØRLAND, B. The periodic table and the philosophy of classification. **Knowl. Org.** [S.l.], v.8, n.1,2011.

HOFFMANN, J. R. How Should Chemists Think? **Scientific American**, p.66-73, 1993.

LABARCA, M.; BEJARANO, N.; EICHLER, M. L. Química e filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. **Química Nova**, São Paulo, v.36, n.8, p. 1256-1266, 2013.

LAZLO, P. Circulation of concepts. **Foundations of Chemistry**. New York, v.1, p. 225- 238, 1998.

LEFÉVRE, W. Viewing chemistry through its ways of classifying. **Foundations of Chemistry**. New York, v.13, n.3, 2011.

LOBO, S. F. **A licenciatura em química da UFBA: Epistemologia, currículo e prática docente**. 2006. Trabalho de conclusão de curso. (tese de Doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

LOBO, S.F. O ensino de química e a formação do educador químico sob o olhar bachelardiano. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 14, n.1, p.89-100, 2007.

_____. **A licenciatura em química da UFBA: epistemologia, currículo e prática docente**. 2004, 266, p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

_____; MORADILLO, E.F. Epistemologia e a formação docente em química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.17, 2003.

LOPES, A. C. Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. **Química Nova**, São Paulo, v.20, n.5, p.563-568, 1997.

_____. A disciplina química: currículo, epistemologia e história. **Episteme**. Porto alegre, v. 3, n. 5, p. 119-142, 1998.

_____. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, n.25, supl. 1, p.14-24, 2002.

_____. A concepção de fenômeno no ensino de química brasileiro através dos livros didáticos. **Química Nova**, São Paulo, v.17, n.4, p.338- 341, 1994.

_____. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**, v.13, n.3, p.248-273, 1996.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professor/pesquisador**. Ijuí: Unijuí, 2000.

MATTHEWS, M. Science teaching: the role of history and philosophy of science. New York: Routledge, 1994.

NEEDHAM, P. Aristotelian chemistry: a prelude to duhemian metaphysics. **Studies in History and Philosophy of Science**, [S. l.], v.26, p.251-269, 1996.

_____. **Pierre duhem mixture and chemical combination, and related essays**. Dordrecht: Kluwer, 2002.

NORDMANN, A. From metaphysics to metachemistry. In: BAIRD, Davis; SCERRI, Eric; MCINTYRE, Lee (eds.). **Philosophy of Chemistry: synthesis of a new discipline**. Boston Studies in the Philosophy of Science, Dordrecht: Springer, 2006.

PAIVA, R. **Gaston Bachelard: a imaginação na ciência, na poética e na sociologia**. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2005.

PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. Mudanças na prática de ensino da química pela formação dos professores em história e filosofia das ciências. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 18, p. 31-36, nov. 2003.

PARENTES, L. T. S. **Bachelard e a química: No ensino e da pesquisa**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; Stylus Publicações, 1990.

PRESTON, C. J. The Promise and Threat of Nanotechnology Can Environmental Ethics Guide US? **HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.11, n.1, p.19-44, 2005.

RÊGO, M. P.P. **Filosofia do não: movimentos de uma nova epistemologia**. 2014,107, p. Dissertação (Mestrado em Filosofia) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

RESTREPO, G.; VILLAVECES, J. Chemistry, a Lingua Philosophica. **Foundations of Chemistry**. New York, v.13, n.3, p.233-249, 2012.

RIBEIRO, M. A. P; COSTA PEREIRA, D. Philosophy of Chemistry as a foundation its curriculum: A proposal. In: **INTERNETIONAL SOCIETY FOR THE PHILOSOPHY OF CHEMISTRY**., 07-10/08/2012. Leuven. Anais...Leuven, 2012.

_____. **Integração da filosofia da química no currículo de formação inicial de professores. Contributos para uma filosofia do ensino**. (Tese de Doutorado) -Universidade de Lisboa, Lisboa,2014.

_____; SILVA, L.B.; BEJARANO, N.R.R. Os clássicos da filosofia no contexto da química. In: **XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)**, 2014, Ouro Preto – (MG). Atas do XVII ENEQ, 2014.

ROTHBART, D. Spectrometers as Analogues of Nature. *Philosophy of Science Association(PSA)*, [S. I], v.1, p.141–148, 1994.

_____. **Philosophical Instruments: Minds and Tools at Work**. Urbana: University of Illinois, 2007.

_____. On the relationship between instrument and specimen in chemical research. **Foundations of Chemistry**. New York, v.1, n.3, p.255-268, 1999.

_____. The dual nature of chemical substance. **Techné**, [S.I], v.6, n.2, p.106-109, 2002.

RUTHENBERG, K. Paneth, Kant, and the Philosophy of Chemistry. **Foundations of Chemistry**, New York, v.11, n.2, 2009.

_____; HARRÉ, R. (2012). Philosophy of Chemistry as intercultural philosophy: Jaap Van Brakel. **Foundations of Chemistry**, New York, Firsty Online, 08 August.

SCERRI, E. The New Philosophy of Chemistry and Its Application to Chemical Education. **Cerapie**, [S.I], v.2, 2001.

_____. Normative and descriptive philosophy of science and the role of Chemistry. In: DAVIS BAIRD, Scerri, Eric; MCINTYRE, lee (eds.). **Philosophy of Chemistry: synthesis of a new discipline**. Boston studies in the philosophy of science, v. 242, p.119-128, 2006.

_____. **The Periodic Table: Its Story and Its Significance**. New York: Oxford University Press, 2007.

SCHUMMER, J. The philosophy of Chemistry: From infancy towards maturity. In: BAIRD, Davis; SCERRI, Eric; MACINTYLEE, Lee (eds.). **Philosophy of Chemistry: Synthesis of a new discipline**. Dordrecht: Springer, p. 19-39, 2006.

_____. Scientometric studies on chemistry I: the exponential growth of chemical substances, 1800–1995. **Scientometrics**, [S.I.], v. 39, p. 107–123, 1997.

_____. The chemical core of Chemistry: A conceptual approach. **HYLE, International Journal for Philosophy of Chemistry**, v.4, n.1, p.129–162, 1998.

SEIBERT, C. Charley peirce's head start in chemistry. **Foundations of Chemistry**. New York, v. 3, n.3, p.201-206, 2001.

SILVA, L.B. **Concepções de fenômeno químico de docentes formadores e pós-graduandos das áreas de Química e ensino de Química** (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana (UFBA/UEFS), Salvador, 2015.

_____; BEJARANO, N.R.R; RIBEIRO, M. A. Bachelard: an authentic philosopher of Chemistry. In: **XIX Annual Meeting of International Society for The Philosophy of Chemistry (ISPC)**, 2015, Rio de Janeiro- RJ. Atas do ISPC, 2015.

SJOSTROM, J. The Discourse of Chemistry (and Beyond). **HYLE – International**
SOUKUP, R. W. Historical aspects of the chemical bond: chemical relationality versus physical objectivity. **Monatshefte für chemie**, v.136, 2005.

SPECTOR, T. I. The aesthetics of molecular representation: from the empirical to the constitutive. **Foundations of Chemistry**. New York, v.5, n.3, p.215-236, 2003.

TALANQUER, V. El Químico Intuitivo. **Educación Química**, México, v.16, n.4, p. 114-122, 2005.

_____; MAEYER, J. (2010). The role of heuristics in students thinking: Ranking of chemical substances. **Science Education**, New York, v.94, n.6, p.963-984.

TARDIF, M. (2002). **Saberes docentes e formação profissional**. 5.ed. Petrópolis: Vozes.

THEOBALD, D. W. Some considerations on the philosophy of Chemistry. **Chemical Society Reviews**, [S.I.], v.5, p.203–13, 1976.

BRAKEL, J. V. On the neglect of the philosophy of Chemistry. **Foundations of Chemistry**. New York, v.1, p.111–174,1999.

_____. Kant's legacy for the philosophy of Chemistry. In: BAIRD, D., et al. (Eds.) **Philosophy of Chemistry**, Springer: The Netherlands, 2006.

VELANES, D. A crítica de Gaston Bachelard ao conceito de número. **Filosofando: Revista eletrônica de Filosofia da UESB**. Jequié, n.1, p.27-38, 2015.

VIHALEMM, R. Are Laws of Nature and Scientific Theories Peculiar in Chemistry? Scrutinizing Mendeleev's Discovery. **Foundations of Chemistry**. New York, v.5, p.7-22, 2003.

_____. Philosophy of Chemistry and the image of science. **Foundations of science**, [S.l.], v.12, n.3, p.223–234, 2007.