

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO**

CELMA LAURINDA FREITAS COSTA

CIÊNCIA E EDUCAÇÃO EM BACHELARD

**GOIÂNIA
2015**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO

CELMA LAURINDA FREITAS COSTA

CIÊNCIA E EDUCAÇÃO EM BACHELARD

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito para a obtenção do título de Doutora em Educação.

Área de concentração: Educação.

Linha de Pesquisa: Educação, Sociedade e Cultura.

Orientador: Prof. Dr. José Ternes

GOIÂNIA
2015

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

C837c Costa, Celma Laurinda Freitas.
Ciência e educação em Bachelard [manuscrito] / Celma
Laurinda Freitas Costa – Goiânia, 2015.
201 f. ; 30 cm.

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de
Goiás, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação.
“Orientador: Prof. Dr. José Ternes”.
Bibliografia.

1. Teoria do conhecimento. 2. Física – Estudo e ensino. 2.
Racionalismo I. Título.

CDU 37:165.63(043)

CIÊNCIA E EDUCAÇÃO EM BACHELARD.

Tese de Doutorado aprovada em 09 de novembro de 2015, no curso de Doutorado em Educação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás para a obtenção do grau de Doutora em Educação.

BANCA EXAMINADORA

Dr. José Ternes (Presidente / PUC Goiás)




Dra. Elianda Figueiredo Arantes Tiballi (membro / PUC Goiás)




Dr. Eris Antônio de Oliveira (membro / PUC Goiás)



Dra. Flomár Ambrosina Oliveira Chagas (membro externo / IFG - Jataí)



Dra. Simone Alexandre M. Corbiniano (membro externo / IF Goiano – Rio Verde)



Dra. Sandra Regina Longhin (suplente interno / PUC Goiás)

Dr. Fábio Ferreira de Almeida (suplente externo / UFG)

Dedico este trabalho à minha mãe,
Dumissiana Tomaz Sales, pela lição de
superação e persistência diante dos
obstáculos da vida.

Agradeço aos mestres pelas valiosas lições neste curso de doutorado.

Na educação, a noção de obstáculo pedagógico também é desconhecida. Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. Poucos são os que se detiveram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão.

(BACHELARD, 1938, p. 23)

RESUMO

Esta tese de doutorado apresenta uma leitura do pensamento epistemológico-científico e pedagógico de Bachelard a partir de seis obras da sua produção epistemológica: *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*; *O novo espírito científico*; *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*; *Filosofia do novo espírito científico: a filosofia do não*; *O racionalismo aplicado*; *O materialismo racional*. Bachelard, como epistemólogo das ciências físicas, narra de modo crítico a história da física e da química do século XVIII ao XX, indo da alquimia e primeiras experiências com a eletricidade à revolução da Teoria da Relatividade, de Einstein e seguidores, com a microfísica, a física quântica e ondulatória. Criticando os filósofos por opinarem sem conhecimento sobre objetos dessas ciências, Bachelard desenvolveu o “racionalismo aplicado”, que representa a relação entre a razão e a experiência, ou seja, entre a teoria e a prática, ou matéria e discurso científico, com base na matemática. Com o conceito de polifilosofia, ele expõe o trajeto da física e da química, passando por diversas filosofias: realismo, empirismo, positivismo, racionalismo simples, racionalismo complexo, racionalismo dialético ou surracionalismo. Seu trabalho objetiva mostrar a ruptura entre o senso comum ou conhecimento vulgar e o conhecimento científico objetivo, indo do nível assertórico ao nível apodítico e axiomático nas ciências físicas. Com os conceitos de “dialetriz” e “psicanalisar”, de “obstáculos epistemológicos” e “conhecimento aproximado”, e outros, ele descreve o movimento dialético das ciências físicas em sua evolução, com rupturas e retificações, tornando-se um sólido patrimônio universal sob a vigilância da comunidade científica. Todo esse processo constitui o que ele designa de “educação científica” – ideias que ele aplica ao ensino escolar, onde também há obstáculos epistemológicos e pedagógicos a serem superados. Bachelard idealiza uma escola utópica, envolvendo professores, alunos e métodos, em um processo dialético de psicanálise e racionalidade, à semelhança do processo científico.

Palavras-chave: Epistemologia das Ciências Físicas. Racionalismo Aplicado. Obstáculos Epistemológicos. Pensamento Científico. Educação Científica.

ABSTRACT

This present doctoral thesis presents a reading of Bachelard's epistemological and scientific thinking using six works of his: *Essay on Approximate Knowledge*; *The New Scientific Spirit*; *The Formation of the Scientific Mind: Contribution to a Psychoanalysis of Objective Knowledge*; *The Philosophy of No: A Philosophy of The New Scientific Mind*; *The Applied Rationalism* ; *Rational Materialism*. Bachelard as an epistemological of physical sciences narrates in a critical way the history of physics and chemistry from the XVIII to the XX century, passing through the alchemy and the first experiments with electricity to the Theory of Relativity of Einstein and his followers with the microphysics, the quantum physics, and wave physics. Bachelard developed the “applied rationalism”, while he criticized the philosophers who gave opinions without real knowledge of the object of these sciences. For him, the “applied rationalism” represents the relation between the reason and emotion, in other words, the theory and the practice or the matter and the scientific speech, using mathematics as basis. Employing the poliphilosophy concept, he exposed the path of physics and chemistry, going through several philosophies: realism, empiricism, positivism, simple rationalism, complex rationalism, dialectic rationalism, or surrationalism. His work shows a breaking up between the common sense or vulgar knowledge and the objective scientific knowledge, from the assertoric to the apoditic and axiomatic level in the physical sciences. Using concepts such as “dialectizing” and “psychoanalyze”, “epistemological obstacles” and “approximate knowledge”, among others, Bachelard describes the dialectical movements of physical sciences in its evolution with their ruptures and corrections, becoming a solid universal patrimony under the vigilance of the scientific community. These procedures forms what he designates as “scientific education” - ideas that he applies to the scholar teaching, an area where there are also epistemological and pedagogical obstacles to be overcome. Bachelard idealizes an utopian school, involving teachers, students and methods in a dialectical process of psychoanalysis and rationale similar to the scientific process.

Key words: Epistemology of Physical Sciences. Applied Rationalism. Epistemological Obstacles. Scientific Thinking. Scientific Education.

RÉSUMÉ

Cette thèse de doctorat présente une lecture de la pensée épistémologico-scientifique et pédagogique de Bachelard à partir de six œuvres de sa production épistémologique: *Essai sur la connaissance approchée*; *Le Nouvel Esprit scientifique*; *La Formation de l'esprit scientifique: Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*; *La Philosophie du non: essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*; *Le Rationalisme appliqué*; *Le Matérialisme rationnel*. Bachelard, comme spécialiste de l'épistémologie des sciences physiques, narre de façon critique l'histoire de la physique et de chimie du XVIII^e au XX^e siècle, allant de l'alchimie et des premières expériences avec l'électricité à la révolution de la Théorie de la Relativité, d'Einstein et ses adeptes, avec la microphysique, la physique quantique et ondulatoire. Critiquant les philosophes pour opiner sans connaissance sur les objets de ces sciences, Bachelard a développé le «rationalisme appliqué», qui représente la relation entre la raison et l'expérience, c'est-à-dire entre la théorie et la pratique, ou la matière et le discours scientifique, basé sur les mathématiques. Avec le concept de polyphilosophie, il expose le trajet de la physique et de la chimie, passant par diverses philosophies: réalisme, empirisme, positivisme, rationalisme simple, rationalisme complexe, rationalisme dialectique ou surrationalisme. Son travail a pour objectif de montrer la rupture entre le sens commun et la connaissance vulgaire ou connaissance scientifique objective, allant du niveau assertorique au niveau apodictique et axiomatique dans les sciences physiques. Avec les concepts de «dialectiser» et «psychanalyser», d'«obstacles épistémologiques» et «connaissance approchée», et d'autres, il décrit le mouvement dialectique des sciences physiques dans leur évolution, avec rupture et rectifications, devenant un solide patrimoine universel sous la vigilance de la communauté scientifique. Tout ce processus a constitué ce qu'il a désigné comme «éducation scientifique» - idées qu'il applique à l'enseignement scolaire, où on trouve aussi des obstacles épistémologiques et pédagogiques à surmonter. Bachelard idéalise une école utopique, impliquant professeurs, élèves et méthodes, dans un processus dialectique de «psychanalysation» et rationalité, semblable au processus scientifique.

Mots clés: Epistémologie des Sciences Physiques. Rationalisme Appliqué. Obstacles Epistémologiques. Pensée Scientifique. Education Scientifique.

LISTA DE ABREVIATURAS

- ECA – Ensaio sobre o Conhecimento Aproximado (1927/28)
- FEC – A Formação do Espírito Científico: Contribuição para uma Psicanálise do Conhecimento (1938)
- FN – Filosofia do Novo Espírito Científico: A Filosofia do Não (1940)
- NEC – O Novo Espírito Científico (1934)
- MR – O Materialismo Racional (1953)
- RA – O Racionalismo Aplicado (1948)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 O ATO DE PSICANALISAR NA FORMAÇÃO DO ESPÍRITO E DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	23
1.1 Psicanalisar: a consciência do espírito e do conhecimento científico	24
1.2 Os obstáculos epistemológicos do estado pré-científico	26
1.3 O espírito científico	46
1.4 Ciência é descontinuidade e ruptura	53
1.5 Conhecimento aproximado: ciência se faz com retificações e aproximações sucessivas	67
1.6 Perfil epistemológico das noções científicas: percurso por várias filosofias	78
1.7 Vigilância em ciência: a comunidade dos sábios	88
2 A DIALÉTICA DO RACIONALISMO APLICADO	92
2.1 Dialética em Bachelard	92
2.2 O racionalismo aplicado: empirismo e racionalismo	98
2.3 Primeira e segunda aproximação: espírito científico e novo espírito científico	107
2.4 Racionalismos regionais	115
2.5 Fenomenotécnica	119
2.6 A primazia do erro	120
2.7 A filosofia do não: caráter sintetizador	123
2.7.1 A não-substancialização em química	126
2.7.2 A não-analaticidade	132
2.7.3 A lógica não-aristotélica	135
2.8 Pensamento assertórico e pensamento apodítico	146
2.9 O <i>cogitamus</i> da cidade científica	149
2.10 O resgate da matéria: o materialismo racional	154
3 EDUCAÇÃO EM BACHELARD: FORMAÇÃO INTELLECTO-CIENTÍFICA	167
CONSIDERAÇÕES FINAIS	192
REFERÊNCIAS	199

INTRODUÇÃO

Com a pergunta “o que é o pensamento de Bachelard para a ciência e para a educação”, sem, no entanto, caracterizar tal questionamento como um problema, mas sim como uma proposta de tese de caráter teórico-bibliográfico e explicitativo – que pode se definir como a apresentação de Bachelard por Bachelard –, nosso trabalho trata de duas categorias principais de sua produção epistemológica e científico-pedagógica: ciência e educação.

Bachelard, embora não tenha apresentado uma proposta pedagógica para a prática da educação, criticou, em suas obras epistemológicas, o ensino de ciências físicas no sistema escolar elementar francês do século XX, deixando a ideia de que a educação se faz com a formação do espírito científico – como afirma: “a filosofia científica deve ser essencialmente uma pedagogia científica” (2008, p. 75).

Procuramos também responder a uma pergunta inicial que tínhamos antes de começar nossos estudos: é possível criar uma nova pedagogia escolar a partir das ideias de educação científica de Bachelard? Essa questão ficou em aberto, porque não era nosso objetivo fechá-la, nem tecer paralelos entre o pensamento pedagógico de Bachelard e qualquer linha pedagógica.

Para o nosso estudo, escolhemos seis de suas principais obras epistemológicas: *Ensaio sobre o conhecimento aproximado* (ECA, 1927/28); *O novo espírito científico* (NEC, 1934); *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento* (FEC, 1938); *Filosofia do novo espírito científico: a filosofia do não* (FN, 1940); *O racionalismo aplicado* (RA, 1948); *O materialismo racional* (MR, 1953).

Nesta pesquisa, essas obras de Bachelard foram referenciadas, principalmente em citações, pelas respectivas siglas de seus títulos em língua portuguesa, como exposto entre parênteses. Outro detalhe das citações é que, dentro do nosso texto, em muitos casos, colocamos apenas as siglas e as páginas, omitindo o nome de Bachelard, para evitar repetição, ficando claro, porém, pelo

contexto, que está subentendido ser ele o autor da citação ou da ideia exposta. Referências a outros autores vêm com as devidas indicações de sua identificação.

Licenciado em matemática e em filosofia, professor de Matemática, Física, Química e Filosofia, Bachelard¹ respondeu à revolução científica de seu tempo, provocada por Einstein. E com isso acabou produzindo uma expressiva obra em filosofia da ciência, expondo a história das ciências físicas por meio de teorias, equações matemáticas relacionadas, experiências e conceitos científicos analisados à luz de filosofias diferentes, como o realismo, o empirismo, o positivismo e principalmente o racionalismo ou racionalismo dialético. O racionalismo aplicado, dialético e aberto, ele designa de surracionalismo, em consonância com a ciência contemporânea depois da revolução da teoria da relatividade. Com seu trabalho epistemológico, Bachelard pretendeu dar à ciência a filosofia que ela merecia.

Na história das ciências físicas, a par da cronologia e fatos científicos, Bachelard expõe “uma espécie de *lei dos três estados* para o espírito científico”. Trata-se de uma formação histórica e também individual. Segundo ele, na sua formação, o espírito científico passa necessariamente pelos três estados, o mesmo percurso que foi feito pela ciência ao longo do tempo. Comparando-se a Comte, que também dividiu a história da ciência em períodos cronológicos, Bachelard (FEC, p. 11) diz que os três estados que apresenta são “muito mais exatos e específicos que as formas propostas por Comte” (que dividira a história do conhecimento em quatro fases). Os três estados bachelardianos são: *1º estado) – estado concreto*. Nesse período são feitas as primeiras imagens do fenômeno, com uma literatura filosófica de exaltação à natureza e um louvor curioso à unidade do mundo e à sua rica diversidade. Predomina o conhecimento comum e vulgar do realismo ingênuo. *2º estado) – estado concreto-abstrato*. É a primeira fase científica. São acrescentados esquemas geométricos à experiência física, sendo produzida uma filosofia da simplicidade. O espírito sente mais segurança na abstração se ela for representada por uma intuição sensível. Trata-se de um estado intermediário, de acordo com a cultura da época, que ainda não confiava na abstração – na verdade, estava apenas surgindo o discurso filosófico-científico abstrato. *3º estado) – estado abstrato*. As informações sobre o objeto são voluntariamente subtraídas à intuição do espaço real

¹ Gaston Bachelard (1884-1962), epistemólogo francês, teve uma ampla produção intelectual. Ele trabalhou com a epistemologia científica e com a poética. Teve uma produção diurna (razão) e noturna (emoção). A nossa pesquisa compreende exclusivamente a produção da razão, da história das ciências físicas. Com essa opção, busca-se explicitar algumas ideias pedagógicas relacionadas com a ciência e a educação.

e desligadas da experiência imediata. Trava-se então de uma polêmica declarada à realidade primeira, sempre impura, sempre informe.

Tomando a contribuição da psicanálise e usando a ideia de interesse, Bachelard atribui a cada um dos três estados um tipo de alma. Estabelecendo a “psicologia da paciência científica” (FEC, p. 12), ele acrescenta à lei dos três estados do espírito científico “uma espécie de lei dos três estados de alma”. Cada alma teria um interesse diferente e produziu uma ciência de acordo com seus interesses.

A primeira, a “alma pueril ou mundana”, correspondente ao primeiro estado, sendo marcada pela curiosidade ingênua e pelo assombro diante do fenômeno. Seu interesse é se distrair brincando com a física. Coleciona fenômenos, como “pretexto para uma atitude séria” e é passiva “até na felicidade de pensar”.

A segunda alma, representativa do segundo estado, é a “alma professoral”. É dogmática, “imóvel na sua primeira abstração”, fixada “nos êxitos escolares da juventude”, “repetindo o seu saber”, “impondo suas demonstrações”; é dedutiva e sustentáculo da autoridade, ao estilo de Descartes.

A terceira alma, a do terceiro estado, é inquieta, consciente de uma situação ambígua e se sustenta em um ponto de instabilidade necessária. Ela pretende chegar à quintessência do conhecimento científico, mas reconhece que o processo é difícil, árduo, trabalhoso, exigindo estudo, rigor e autovigilância. Ela constrói os seus objetos, mas sabe que os objetos científicos estão sempre em retificação e o construído pode e deve ser reconstruído. Ela se guia pela razão, pela abstração e pelo devir científico.

Diante de interesses tão diversos, Bachelard (FEC, p. 13) diz que é preciso “psicanalisar o interesse”, a fim de “voltar o espírito do real para o artificial, do natural para o humano, da representação para a abstração”. Segundo ele, “talvez em nenhuma outra época o espírito científico tenha tido tanta necessidade de ser defendido quanto hoje”. Ele enaltece o cientista e a ciência, afirmando que é preciso “modelar o cérebro com a verdade”, e que o “amor pela ciência deve ser um dinamismo psíquico autógeno”. E completa: “No estado de pureza alcançado por uma psicanálise do conhecimento objetivo, *a ciência é a estética da inteligência*”. Em síntese, são esses três estados e tipos de espírito que ele mostra nas seis obras citadas, procurando “as condições psicológicas do progresso da ciência” e revelando como o cientista atual trabalha.

No primeiro estado, Bachelard expõe em *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*, obra em que descreve os obstáculos epistemológicos, que foram pensamentos, tendências e posturas adotados pelo espírito em relação ao conhecimento, mas de modo primitivo, ingênuo, insipiente, segundo ele sem a mínima base científica. Desde a Idade Média, passando pelo Renascimento, indo até o século XVIII, predominavam no conhecimento a alquimia, astrologia, cosmogonias universais, superstições, credulidades. O conhecimento era produzido por meio de especulações dedutivas de caráter subjetivo, impressionista, aleatório, leviano. Bachelard apresenta dezenas de autores e textos do período, entremeando aos exemplos comentários e críticas. Já expondo princípios das ciências contemporâneas, ele contrapõe a essas produções do passado teorias epistemológicas recentes, aplicando o processo que denomina de “psicanalisar o conhecimento”, de acordo com o tema do livro, que é a psicanálise do conhecimento objetivo pela eliminação dos obstáculos epistemológicos – mas na verdade a referência à psicanálise do conhecimento aparece em todas as suas obras.

O segundo estado, o geométrico, já científico, embora anunciado em *A formação do espírito científico*, é mais detalhado em *Ensaio sobre o conhecimento aproximado* (ECA). Nessa obra, Bachelard mostra que o conhecimento é conduzido progressivamente, por meio de aproximações sucessivas, realizando rupturas de conceitos anteriores e retificando erros. E também deixa antever o terceiro estado e o pensamento epistemológico que desenvolverá nas obras posteriores – aliás, em todas as seis obras consultadas ele se refere, de uma forma ou de outra, com maior ou menor ênfase, aos três estados. Mas que se frise bem: todo o esforço de Bachelard é para mostrar a supremacia do terceiro estado, que é o da fase contemporânea das ciências físicas.

O novo espírito científico (NEC) e *Filosofia do novo espírito científico: a filosofia do não* (FN) entram mais diretamente no terceiro estado, o abstrato, o das ciências físicas contemporâneas, dirigidas pela teoria da relatividade, física quântica, física ondulatória e pela matemática. Esse é o nível atual da ciência objetiva discursiva abstrata e matematizada. *A filosofia do não* (como o livro passou a ser chamado, simplificadoramente, pelos comentaristas de Bachelard) apresenta a passagem do segundo para o terceiro estado, expondo como a ciência clássica se modificou, ampliando-se com as teorias relativistas.

O racionalismo aplicado e *O materialismo racional* aprofundam ainda o terceiro estado, comandado pela teoria da relatividade. *O racionalismo aplicado*, como indica o título, expõe os princípios teóricos da tendência epistemológica que Bachelard defendeu como a filosofia adequada para as ciências físicas modernas, e mostrando a filosofia da objetivação do conhecimento abstrato com exemplos da física. *O materialismo racional* é dedicado à química, expondo a passagem da química clássica (ainda naturalista, orgânica e positivista) para a química moderna (orgânica e inorgânica). A química, que tanto impressionara pelos sentidos na sua versão primitiva alquimista e depois na versão científica positivista, apresenta-se abstrata e artificial, juntando-se à eletricidade, sob princípios da física quântica e ondulatória, sendo expressa em linguagem matemática e apresentando surpreendente criação de matérias inexistentes na natureza.

Mesmo que Bachelard não tenha pretendido intencionalmente uma sequência ou não tenha idealizado um plano inicial para a sua produção epistemológica, pode-se perceber um crescendo teórico a cada livro, de tal forma que ao final tem-se uma visão mais ampla e clara do trabalho que ele realizou. No todo, as seis obras analisam os três estados do conhecimento, expondo a sistematização de uma teoria filosófica com base na realidade da ciência contemporânea. Tal teoria epistemológica é ao mesmo tempo contraposta ao primeiro estado do conhecimento (acientífico), reiterando a oposição entre conhecimento comum e conhecimento científico, e complementar quanto aos dois estados científicos (séculos XIX e XX), que se dialetizam por meio da Filosofia do Não.

A pesquisa constatou que, com a produção das seis citadas obras, na sequência cronológica de sua publicação (com exceção de uma obra), Bachelard produziu e fechou um ciclo, aprofundando em cada uma um aspecto da sua teorização acerca do conhecimento em ciências físicas. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento* foge à sequência cronológica de publicação, mas obedece à sequência histórica e à formação psicológica do espírito.

Tomando os três estados do conhecimento como referência, percebe-se um raciocínio coerente sobre a história das ciências físicas. Bachelard iniciou criticando a matéria e terminou valorizando-a, na sua forma desubstancializada e criação artificial, conforme ele afirma: “Há mais substâncias químicas no laboratório

que na natureza” (Bachelard, 2008, p. 74). Evidentemente a crítica e a valorização refletem o trabalho dos físicos em seus estudos sobre a substância (matéria) em cada fase científica. Portanto, no terceiro estado, trata-se da valorização da matéria em outro nível, em um nível superior, abstrato, de segunda aproximação, à luz das teorias relativista, quântica e ondulatória. Assim, a matéria, primeiramente decantada pelo espírito ingênuo, depois depreciada pelos filósofos racionalistas clássicos (notadamente os idealistas), ressurgiu exuberante, pelo racionalismo aplicado e pelo materialismo racional, entronizada como a base necessária das ciências físicas; matéria totalmente diferente, humanizada, criada, artificial, matematizada, já que, não só na teoria mas também nos produtos da química e nos instrumentos da física moderna, com seus produtos artificiais e técnicos, estão as equações matemáticas que organizam todo o processo científico das ciências físicas. O termo “humanizada”, na construção do conhecimento objetivo em Bachelard, não se refere ao humanismo, ao humanitarismo ou às ciências humanas. Esse termo, no contexto das ciências físicas matematizadas e objetivas, quer dizer, simplesmente, objetos criados pelo homem, pelo cientista, por meio de teorias e equações matemáticas, em oposição aos objetos fenomênicos existentes na natureza, como acontecia no realismo ingênuo.

O pensamento epistemológico de Bachelard é expresso no racionalismo aplicado e no materialismo racional da ciência contemporânea, que concilia teoria e experiência como condição *sine qua non* de se fazer ciência. Criticando o trabalho estanque dos filósofos tradicionais, divididos e isolados nas escolas clássicas, Bachelard encetou luta cerrada contra o conhecimento comum, acientífico, e contra os obstáculos de toda ordem que se incrustam no processo do conhecimento impressionado pelos fenômenos do mundo físico concreto e por uma série de preconceitos, subjetividades e quaisquer traços psicológicos do sujeito cognoscente – situações expressas por diferentes filosofias, que, no entanto, não atingiram o verdadeiro espírito e estados científicos. Ele apresenta então os princípios do pensamento científico abstrato, erigido sobre a associação entre razão e experiência e representado com segurança pela matemática, por meio de um racionalismo dinâmico, plural – respondendo ao trabalho efetivo dos cientistas atuais.

Dessa forma, ele elabora uma filosofia adequada à ciência do seu tempo, conduzida pela física moderna, após a revolução da teoria da relatividade iniciada com Einstein. Trata-se de um tipo inovador de filosofia: uma filosofia solidária da

cultura científica. Ele elevou a epistemologia da ciência ao nível da teoria da relatividade, no sentido de que a incerteza se converte em método. Seguindo a ciência, a epistemologia abandona o comodismo da certeza e confere à incerteza um novo *status*, considerando que é a polêmica e a ruptura que promovem o progresso científico. Bachelard analisa a ciência clássica e as revoluções científicas posteriores (baseadas ainda em incertezas experimentais, como ocorre com a microfísica), mostrando o processo dialético entre a física clássica e a física relativista (com seus desdobramentos).

Bachelard trabalhou com obras e material produzido pelos cientistas, nos três estados do conhecimento: pré-científico, científico e novo científico. Assim, ele maneja dezenas de exemplos de objetos e noções da física, da química e da matemática, além de conceitos de filosofia e da teoria do conhecimento. Tendo em vista o conhecimento objetivo do racionalismo aplicado, ele faz a psicanálise dos conhecimentos anteriores, proclamando a ruptura com o conhecimento comum e realizando a psicanálise também do conhecimento objetivo.

O objeto do trabalho de Bachelard é a construção de uma nova filosofia para as ciências físicas contemporâneas. Não é exatamente a construção do objeto da ciência, pois a construção do objeto científico é realizada pelos cientistas. E Bachelard não foi cientista. Ele deixa antever a sua autodenominação como epistemólogo quando estabelece, em *A formação do espírito científico*, a diferença entre historiador do conhecimento e epistemólogo, expondo o trabalho do primeiro como uma catalogação de dados e fatos cronologicamente apresentados, e o do segundo como uma análise crítica acerca dos mesmos dados e fatos. Em sua epistemologia, ele sistematizou o trabalho dos cientistas em uma filosofia das ciências inovadora – como ele afirma e como reconhecem seus comentadores –, desenvolvendo diversos conceitos a fim de amparar o surracionalismo.

Em nossa pesquisa, seguimos as pegadas de Bachelard, estudando as seis obras escolhidas na sequência de publicação – com exceção de *A formação do espírito científico*, com a pseudociência dos alquimistas, que, cronologicamente, precedeu de imediato o estado científico – e de certa forma se mesclou com a ciência, considerando-se, por exemplo, a mecânica newtoniana, criada em fins do século XVII e primeiro quartel do XVIII e que chegou a ser vista, criticada e até refutada no mesmo século XVIII por espíritos pré-científicos.

Evidentemente o estado pré-científico se estende longamente aquém do século XVIII, vindo desde a Antiguidade. E Bachelard o representa através do século XVIII por razões óbvias: a) pela sequência cronológica marcando três estados do conhecimento (séculos XVIII, XIX e XX, representando respectivamente o estado pré-científico, o científico e o novo científico); b) por estar o século XVIII no limiar do advento da ciência; c) pelo absurdo de já no limiar da ciência, depois de Newton, ainda se produzirem obras pseudocientíficas como as que ele expõe; d) para mostrar o avanço vertiginoso da ciência em pouquíssimo tempo, em séculos contíguos no tempo. O século XVIII é o momento em que começa a despontar o verdadeiro estado científico, encerrando uma longa fase na história do conhecimento e marcando o início da ciência. Bachelard escreve a respeito do foco no século XVIII:

Nosso trabalho só pode ser útil se colocado no momento em que a intuição se divide, em que o pensamento objetivo se retrata e se especifica, em que o espírito científico faz um esforço de análise e de distinção, em que determina o alcance de seus métodos. (FEC, p. 186)

Dessa forma, constatamos que as obras assim sequenciadas mostram o crescimento de um raciocínio que se revelou, ao final, como um percurso epistemológico com momentos interligados, formando o todo do pensamento do autor.

O ciclo do pensamento epistemológico de Bachelard se encerra com *O materialismo racional*, obra em que ele dá outro *status* à matéria (substância). Apresentar as obras de Bachelard na sequência que ele deu a elas (com sua produção e publicação) significa ainda reconhecer a filosofia da aproximação de uma para outra. Bachelard trabalhou por aproximação, expondo progressivamente os estágios das ciências físicas e os conceitos usados em seu pensamento epistemológico.

No trabalho desse epistemólogo, além de diversos conceitos que o caracterizam, destacam-se duas palavras em que ele cunhou significações diferentes, que emprega de modo recorrente e que constituem uma inovação de sua filosofia. Tais palavras são: psicanalisar e dialetizar. Esses dois verbos indicam dois processos que representam o cerne do seu trabalho. E são atos concomitantes. Não existe um primeiro passo, o de psicanalisar, a fim de se limpar o terreno para depois virem os passos da formação científica. O espírito que psicanalisa já está formando

ciência, pois tem a visão crítica do que deve psicanalisar e faz isso já de posse de novos conhecimentos a fim de criticar conhecimentos anteriores. Assim, o ato de dialetizar pressupõe também o de psicanalisar, e vai além, porque envolve outros processos, como os de retificar, complementar e sintetizar conhecimentos nos diferentes níveis científicos. Dialetizam-se filosofias, fatos científicos, noções científicas, estados científicos. Dessa forma, os dois processos – psicanalisar e dialetizar – ocorrem simultaneamente, de acordo com o instante e cada fato científico. Ou seja, a formação do conhecimento científico possui mais esta dialética: psicanalisação e dialetização do conhecimento científico ocorrem ao mesmo tempo, sendo processos interligados.

Portanto, com vista à estruturação do texto, escolhemos essas duas noções fundamentais do pensamento bachelardiano, “psicanálise” e “dialética”, por representarem os núcleos que congregam diversas outras noções de sua epistemologia, estando presentes tanto na ciência quanto na educação. Expomos inicialmente o pensamento de Bachelard em filosofia da ciência, porque é dentro do seu trabalho epistemológico que ele apresenta suas preocupações com a prática da educação em ciências.

Dessa forma, o presente estudo pretende conhecer, pela leitura e produção intelectual de Bachelard, como se formou o espírito científico moderno; quais foram os principais passos que deram as ciências físicas para a objetivação do conhecimento; como ocorreu a passagem de um estado histórico científico para outro; qual é o teor da filosofia do conhecimento que Bachelard pensou; quais foram os principais conceitos que ele formulou ou sistematizou a fim de dar à ciência contemporânea a filosofia que ela merece, como ele mesmo diz. Assim, o objetivo da obra de Bachelard é mostrar o que é ciência, o que a ciência faz, como a ciência trabalha, como a ciência existe. E o nosso objetivo é partir disso explicitar algumas ideias bachelardianas sobre a pedagogia científica e a educação científica.

A pesquisa, como seu título indica, tem como tema a ciência e a educação em Bachelard e discute as ideias fundamentais que esse epistemólogo desenvolveu em sua história crítica das ciências físicas sob a ótica do racionalismo aplicado, que é o resultado, em filosofia do conhecimento, da junção de empirismo e racionalismo, da teoria e da experiência nos domínios da física e da química na ciência contemporânea. Temos então a finalidade é apresentar os conceitos centrais

da filosofia da ciência bachelardiana, bem como o seu pensamento pedagógico, estendido à ciência e à escola.

Dividimos nosso trabalho em três capítulos. O primeiro capítulo, *A formação do conhecimento científico: psicanalisar*, apresenta conceitos da epistemologia bachelardiana mais relacionados com o ato de psicanalisar, como os obstáculos científicos, a ruptura, a primazia do erro, o perfil epistemológico, o percurso epistemológico, o conhecimento aproximado – e outros.

Já o segundo capítulo traz noções mais ligadas ao ato de dialetizar e ainda outros conceitos da sua epistemológica científica: a filosofia do não, o racionalismo aplicado, o materialismo racional – e outros.

O terceiro capítulo apresenta uma discussão sobre o aspecto educativo e pedagógico em Bachelard, levando em conta a contribuição que ele deu nessa área, ao tecer comentários sobre sua prática pedagógica, a escola, o ensino, a atitude de mestres e alunos diante do conhecimento. Em síntese, pretendemos mostrar suas preocupações com o ensino de ciências físicas na escola elementar.

Cabe ainda esclarecer que em nosso trabalho há uma reiteração de diversos termos, noções, expressões e conceitos, porém “que não se tome, portanto, a vizinhança de textos aparentemente semelhantes por simples repetições: cada um marca uma etapa do trabalho bachelardiano”. (“Advertência”, apresentação em *A epistemologia*, de Gaston Bachelard, 1971, p. 10).

1 O ATO DE PSICANALISAR NA FORMAÇÃO DO ESPÍRITO E DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Construção do objeto científico e da formação do sujeito científico são os pilares principais da epistemologia bachelardiana – tendo em vista a objetividade do conhecimento. O conhecimento científico objetivo se faz e avança com a construção segura de objetos feita por espíritos bem formados.

Na verdade, construção e formação são ideias equivalentes e relacionadas. A formação se relaciona aos sujeitos, aos cientistas, enquanto a construção se direciona mais diretamente ao objeto.

Em um processo dialético, o conhecimento científico se dá por rupturas, aproximações sucessivas, afastamento de obstáculos epistemológicos, psicanalisação de aspectos acientíficos, (auto)vigilância do espírito. Todos esses conceitos, porém, confluem para a formação, tida como amplo processo de conscientização progressiva do eu científico sobre si mesmo, o outro, o saber, o objeto científico, em uma construção ininterrupta e interminável, já que o conhecimento não tem fim, estando sempre em progresso e revolução.

É o dinamismo, a profundidade, a amplitude, a necessidade da formação que Bachelard mostra em sua obra epistemológica, expondo diversas categorias que se interligam, em um processo dialético, na construção da ciência.

Neste capítulo são expostos os principais conceitos da epistemologia bachelardiana que se referem de modo mais direto ao ato de psicanalisar o conhecimento objetivo, implicando tomada de consciência na formação do conhecimento científico, evolução histórica da ciência, processo de formação do conhecimento e rigor da ciência, como: obstáculos epistemológicos, formação do espírito científico, descontinuidade do conhecimento, ruptura, retificação, conhecimento aproximado, perfil e percurso epistemológico, vigilância, comunidade científica.

1.1 Psicanalisar: a consciência do espírito e do conhecimento científico

Um verbo repetido e valorizado por Bachelard em sua obra epistemológica é “psicanalisar”. O ato de psicanalisar é fundamental para o espírito e o conhecimento, com vistas à objetividade, à verdade, à implantação do pensamento verdadeiramente científico e ao progresso da ciência. Segundo Bachelard, não se pode fazer ciência sem o processo de psicanalisar. Com o ato de psicanalisar atinge-se a consciência do conhecimento científico. Psicanalisa-se o conhecimento para afastar qualquer obstáculo (dúvida, intuição primeira, emoção, conhecimento vulgar, distração, equívoco) que estorva o pensamento científico objetivo, pois o espírito tem que estar consciente em todos os momentos do saber a fim de conhecer com clareza e rigor. Conhecedor de Freud, Bachelard usa as noções de psicanálise e psicanalisar com aplicação à ciência e à epistemologia científica.

Segundo Ternes, a psicanálise está presente já nas primeiras investigações epistemológicas de Bachelard sobre a ciência moderna. Ternes esclarece sobre o uso que Bachelard faz da psicanálise:

Não se trata de aproximar duas ciências, de estreitar seu comércio conceitual e experimental, como vemos, por exemplo, na biofísica. Não é em nome da cientificidade que o filósofo vai à psicanálise. Com efeito, esta, com seus conceitos e suas *teorias*, uma *ciência* humana, pouco ou nada poderia oferecer para os progressos da física e da química, ciências matemáticas. São regiões epistemológicas absolutamente estranhas entre si. [...]

Bachelard parece criar, para a psicanálise, um novo domínio, uma nova ocupação: a *terapia* da razão. Um objeto estranho a Freud e seus seguidores, pois tinham certeza dos limites de sua invenção: o inconsciente. É sempre este que precisa ser desvendado. [...] Trata-se, ainda, de psicanálise, ou com Bachelard nasce um novo saber? (2006, p. 97-98)

A nosso ver, é em nome da cientificidade, sim, que Bachelard vai à psicanálise, no sentido de que cientificidade significa terapia da razão. Trata-se, portanto, da cientificidade em termos de nível, de qualidade, de profundidade, de consciência da ciência, de formação do conhecimento. De estar racionalmente ciente da ciência, dos conceitos, noções, trabalho, atos epistemológicos. É a cientificidade equivalente ao rigor científico. Quando se psicanalisam as aspectos

subjetivos e acientíficos, está-se realizando a terapia da razão e ao mesmo tempo buscando-se a cientificidade, ou seja, a objetividade em ciência.

A psicanálise como ciência em si não poderia oferecer meios seguros para o progresso da Física e da Química. Porém Bachelard faz uma analogia, criando um uso metafórico para a psicanálise e o ato de psicanalisar. Se a mente humana possui doenças mentais que são tratadas com a psicanálise freudiana, o espírito científico possui “doenças” (entre aspas) que precisam ser curadas. Ternes (2004, p. 90) chama a atenção para essas duas psicanálises, deixando evidente que Bachelard faz um uso diferenciado do conceito de psicanálise. Ele diz: “Bachelard parece criar, para a psicanálise, um novo domínio, uma nova ocupação: a *terapia* da razão”. A razão apresenta-se doente quando demonstra irracionalidades quaisquer. O espírito precisa de tratamento psicanalítico quando está confuso, impreciso, desatento, preguiçoso, negligente, inconsciente, fantasioso, infantilizado, incompetente, preconceituoso, irracional, subjetivo, pouco lúcido perante os conceitos, noções, atos científicos – perante a ciência e o conhecimento objetivo. Um ponto comum entre as duas psicanálises é que as doenças se localizam no inconsciente. Para Bachelard, os obstáculos epistemológicos (verdadeiras doenças para o conhecimento objetivo) se localizam no inconsciente e no próprio processo do conhecimento.

Ternes cita Francesca Bonicalzi, que faz outras perguntas:

Bachelard abre à psicanálise e lhe confia um novo trabalho, ele lhe pede para ocupar-se (*soigner*) da vida intelectual. Mas qual é o sintoma da vida intelectual, qual é a neurose (*névrose*) da ciência que requer a intervenção terapêutica da psicanálise? O que autoriza a psicanálise a tomar como *paciente* a ciência? (TERNES, 2004, p. 90)

Pelas falas de Ternes e Bonicalzi, entende-se que foi Bachelard quem criou o uso dos termos “psicanálise” e “psicanalisar” (e “exorcizar”) para indicar o ato de afastar da racionalidade científica (abrangendo-se o espírito científico, as noções científicas, o estudioso das ciências) qualquer atitude irracional, irrefletida e inconsciente.

Na posição de epistemólogo, historiando e criticando a ciência, Bachelard psicanalisando obras e autores, principalmente da fase pré-científica, que era orientada pelo psiquismo dos estudiosos e inventores, por seus pensamentos, sentimentos, imaginação, devaneios, curiosidades, deduções, senso inventivo – já que a ciência ainda não oferecia teorias, técnicas e aparelhos para as experiências

objetivas e a demonstração dos fatos, estágio a que só se chegaria depois. Assim, muito da produção pré-científica provinha do inconsciente dos pensadores, marcados pela tradição, pelo senso comum, pelo realismo ingênuo, pelas superstições, pelos costumes. Sendo anterior, Freud (1856-1939) foi um dos estudiosos que inspiraram Bachelard (1884-1962). Assim, Bachelard se coloca do “ponto de vista psicanalítico” ou “psicológico” para compreender o pensamento; os problemas que entravam as mentes no raciocínio científico; as dificuldades nos estudos; a preguiça mental; a indisposição para a investigação séria, demorada, árdua; os obstáculos mentais conscientes ou inconscientes que atrapalham o conhecimento. Ou seja, ele pretendeu entender o espírito diante do conhecimento.

Assim, com a sua psicanálise especial, Bachelard analisou as condições psicológicas do progresso da ciência, mostrando a história das ciências como a derrota do irracionalismo, provando que o grau crescente de racionalidade é um atributo da ciência contemporânea.

1.2 Os obstáculos epistemológicos do estado pré-científico

Um dos conceitos fundamentais da epistemologia de Bachelard é o de obstáculos epistemológicos, que podem ser divididos, resumidamente, em duas espécies: a) a pseudociência (estado pré-científico, até o século XVIII); b) quaisquer tipos de problemas que possam atrapalhar o conhecimento objetivo mesmo na era científica (séculos XIX e XX).

Em *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento* (FEC, 1938), ele descreve a pseudociência, a não-ciência, o contra-exemplo da ciência, ou seja, o que foi produzido no primeiro estado do conhecimento (da Antiguidade ao século XVIII), que é o estado pré-científico, no qual imperavam o senso comum, o conhecimento vulgar, o realismo ingênuo, as superstições acerca do mundo e da vida – “epistemologias” ou metafísicas comandadas pela “ciência” da época (as aspas indicam a impropriedade da aplicação desses termos, em seu rigor, para o período pré-científico).

Colocando-se como epistemólogo (diferentemente do simples historiador da ciência, como demonstra em FEC, p. 15 a 22), Bachelard apresenta um amplo quadro crítico dessa situação, citando autores e passagens do que se produzia na época e se considerava como conhecimento. Esse é o ponto de partida da sistematização histórica que ele realiza no âmbito das ciências físicas, abrangendo física, química e matemática.

Levando em conta esse conteúdo em Bachelard, Japiassú divide a história das ciências em duas: a superada, que é a do período pré-científico, e a sancionada, que é a do período científico.

Por ser atualmente eficaz, a história das ciências se desdobra em duas: a dos conhecimentos que se tornaram impensáveis na racionalidade efetiva (história superada) e a dos conhecimentos sempre atuais ou atualizáveis, validados pela ciência de hoje (história sancionada). (1976, p. 9)

“Conhecimentos que se tornaram impensáveis” é a expressão adequada para definir a literatura produzida no estado pré-científico, que Bachelard considera como “obstáculos epistemológicos” e que devem ser afastados do espírito científico, ou devem ser psicanalisados, dentro do princípio da severa ruptura que ele propõe entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico. Incrustados no espírito da época, os preconceitos e os obstáculos epistemológicos eram um impedimento ao despontar do conhecimento científico objetivo – até as ideias de Newton (1643-1727) eram vistas com desconfiança e dificuldade.

Os obstáculos epistemológicos ao conhecimento objetivo não se localizam no objeto (que então seria inacessível) nem no sujeito (que então seria impotente), mas numa terceira instância: no próprio processo do conhecimento. Os obstáculos representam “condições psicológicas” e encontram-se no “âmago do próprio ato de conhecer” (FEC, p. 17). Em *A formação do espírito científico* (FEC), Bachelard enumera e nomeia vários obstáculos epistemológicos presentes no estado pré-científico, que ele psicanalisa sob a ótica da ciência.

Os obstáculos epistemológicos analisados por ele nessa obra, como situações constitutivas do ato de conhecer, são: a experiência primeira; o conhecimento geral; o obstáculo verbal; o conhecimento unitário e pragmático; o substancialismo; o animismo; o conhecimento quantitativo; o mito da digestão; a libido. O mito da digestão e a libido podem ser vistos como aspectos do animismo ou como obstáculos em si, porém esse detalhe de mera classificação não importa aos obstáculos em si nem ao processo de psicanalização. Todos os obstáculos são

discutidos, exemplificados com autores da época e psicanalisados – e banidos pelo processo de ruptura, como a história da ciência já demonstrou.

Os obstáculos epistemológicos do estado pré-científico apresentam características comuns, de acordo com o pensamento predominante no período, que era dominado pelo mundo concreto; a impressão dos sentidos; a utilidade do conhecimento; a curiosidade perante a vida, o mundo e o universo; o mistério em relação ao mundo dos fenômenos; a descrição do que era observado. Essas tendências e outras marcam o conhecimento dessa fase histórica: usavam-se temas da natureza e da vida cotidiana; eram conhecimentos oferecidos diretamente por meio do contato do homem com os reinos animal, vegetal, mineral e os diversos elementos da natureza: água, terra, fogo, ar, firmamento, universo, astros celestes, etc.; predominavam as sensações e as imagens. Os conhecimentos possuíam marcas de sensualismo, pitoresco e curiosidade; apresentavam-se como espetáculo, mistério, diversão; ficavam no âmbito do concreto, natural, descritivo; ficavam ao nível do subjetivo, superficial, mundano, frívolo; demonstravam erudição e não ciência; tinham fim utilitarista e não científico. Por isso os conhecimentos foram empecilhos à objetividade das ciências materiais; não se constituíram base segura para o conhecimento objetivo; não apresentaram aspectos fundamentais à ciência. Havia a preocupação em produzir uma “ciência socializada”, popular e agradável às pessoas cultas. Eram feitas algumas racionalizações prematuras, apressadas, imprudentes, incertas, errôneas; conferia-se força a determinadas palavras e termos, dando-lhes *status* científico (palavras se tornaram pedra de toque em metáforas, num “movimento pura e simplesmente linguístico que, ao associar a uma palavra concreta uma palavra abstrata, pensa ter feito avançar as ideias” (FEC, p. 94)); deu-se grande importância ao *homo faber*, que fabricou objetos tornados verdadeiros ícones (esponja, alavanca, espelho, bomba, canhão); autores criavam axiomas por intuição, sem provas.

Com todas essas características, os obstáculos epistemológicos são polimorfos, apresentando difusamente várias feições. Expunham situações colocadas acima da crítica, constituíram verdadeiras “paradas epistemológicas” e ensejaram filosofias simplistas e fáceis.

Na formação do espírito científico, a experiência primeira é a manifestação mais forte de conhecimento, constituindo-se em grande obstáculo epistemológico. A experiência primeira é típica do realismo e do empirismo

ingênuos. É o conhecimento oferecido diretamente pela natureza por meio do contato do homem com seus reinos animal, vegetal, mineral e os diversos elementos naturais. A experiência primeira recebe lições do dado concreto, que parece claro, nítido, seguro, constante. Está repleta de sensualismo e de imagens. E coloca-se acima de qualquer crítica.

As doutrinas científicas da época tinham “a marca de um *empirismo evidente e básico*”, sendo “agradável para a preguiça intelectual limitar-se ao empirismo” (FEC, p. 37). Por isso “foram tardias e excepcionais as tentativas de geometrização” – como a da eletricidade, por exemplo.

O espírito não pode se demorar na experiência empírica ou se restringir a ela – sob pena de não se tornar científico ou de cair no estado de “inconsciente do espírito científico”. O espírito científico tem que buscar a razão, que é múltipla, dinâmica, “politrópica”. É com racionalização discursiva e complexa da ciência moderna que o espírito pode combater as experiências primeiras. A ciência comprovou que muito do que foi produzido com base nas impressões primeiras eram fruto da fantasia, credence, subjetividade, imaginação. Dessa forma, todos os exemplos enganosos dessa fase do conhecimento precisam ser psicanalisados.

O segundo obstáculo epistemológico, o conhecimento geral, consiste em apresentar generalidades apressadas em ciências, criados sem base científica e sem provas. São vários os exemplos de generalidades em ciências, como os fenômenos da coagulação, da fermentação, do calor, da queda dos corpos e outros. A generalidade é típica do realismo primeiro, acrítico. Segundo Bachelard, “é possível constatar que essas leis gerais *bloqueiam* atualmente as idéias”; e nelas “estacam os espíritos de pouco fôlego” (FEC, p. 71).

Conforme Bachelard, “nada prejudicou tanto o progresso do conhecimento científico quanto a falsa doutrina do *geral*, que dominou de Aristóteles a Bacon, inclusive, e que continua sendo, para muitos, uma doutrina fundamental do saber” (FEC, p. 39). E a crítica se estende a toda a filosofia: “a filosofia tem uma ciência que é só dela, a ciência da generalidade” (FEC, p. 69). Tanto que os maiores “adversários” do conhecimento objetivo nesse tipo de obstáculo epistemológico são os filósofos, os maiores defensores das generalidades. Um dos filósofos mais criticados por Bachelard no aspecto da generalização é Bacon, que emitia pontos de vista sobre noções científicas sem a devida fundamentação científica. Dele provêm os primeiros exemplos das leis gerais, a exemplo de suas explicações acientíficas

sobre o calor. Segundo Bachelard, o baconismo foi uma “influência nefasta” durante 150 anos, levando a afirmações insensatas em ciência (FEC, p. 74).

É evidente que em epistemologia e em ciência é impossível conhecer o fenômeno geral e a partir dele compreender tudo. Além disso, as generalizações impedem a devida matematização dos fatos científicos particulares, o que leva Bachelard a dizer: “a busca apressada da generalização leva muitas vezes a generalidades mal colocadas, sem ligação com as funções matemáticas essenciais do fenômeno” (FEC, p. 70).

Fugindo das generalizações, o cientista moderno limita campos experimentais e fenômenos bem definidos, para, em seguida, determinar suas variações, buscando relações e analogias, tendo em vista a objetividade, a exatidão, a coerência – não analogias universais. Assim, as definições preliminares gerais são questionáveis, não são científicas, pertencem à intuição ingênua, impedem o raciocínio mais profundo, são respostas rápidas que na verdade não respondem a perguntas, dão a ilusão do conhecimento. Portanto as generalizações produzem paradas epistemológicas.

Outro obstáculo epistemológico comum no período pré-científico foi o verbal (os “hábitos de natureza verbal”). Para mostrar que uma palavra ligada a uma imagem (que afeta os sentidos) pode se tornar dominante e impedir a reflexão, Bachelard dá o exemplo da palavra “esponja”, cuja imagem foi empregada para os mais diferentes fenômenos físicos. Ele declara:

Nesse caso, tratar-se-á de uma explicação verbal com referência a um substantivo carregado de adjetivos, substituto de uma substância com ricos poderes. Aqui, vamos tomar a simples palavra *esponja* e veremos que ela permite *expressar* os fenômenos mais variados. (FEC, p. 91)

A palavra “esponja” tem, em si, uma força expressiva tão grande que dispensa esclarecimentos. Parece que os fenômenos ligados à esponja já foram expressos, explicados, esclarecidos. A função da esponja é clara, evidente, distinta, dispensando, portanto, outras palavras e mesmo adjetivos para defini-la. Pela experiência, pelo contato com a realidade concreta, sabe-se o que é uma esponja, quais são suas características, qual seu poder e sua função.

Assim o realismo ingênuo passou a explicar diversos fenômenos do mundo físico com a imagem da esponja. Dessa forma, a palavra “esponja” e suas derivadas (“esponjoso”, “esponjosidade”) passam a ser usadas, num sentido metafórico, por diversos autores para várias substâncias do mundo físico, como o ar,

a água, a Terra (o planeta), o gelo (“esponja de água”), o vidro (“esponja de luz”), o sangue (“o sangue é uma espécie de esponja impregnada de fogo”), o ferro (“o ferro é uma esponja do Fluido magnético”). Está-se ainda diante da intuição primeira, na qual a função da imagem persiste.

Em ciência, esse é um grande equívoco, porque “para ser *coerente*, uma teoria da *abstração* necessita afastar-se bastante das imagens primitivas” (BACHELARD, FEC, p. 94). “O acúmulo de imagens prejudica evidentemente a razão”, pois “o lado concreto, apresentado sem prudência, impede a visão abstrata e nítida dos problemas reais” (FEC, p. 93). Até Franklin, renomado cientista, caiu nesse engano, ao considerar o fluido elétrico como uma esponja – para Franklin, “a esponja é uma verdadeira *categoria empírica*” (FEC, p. 94).

Segundo Bachelard, mesmo Descartes confiou na imagem da esponja:

A confiança de Descartes na clareza da imagem da esponja é bem sintomática da impossibilidade de situar a dúvida no nível dos detalhes do conhecimento objetivo, de desenvolver uma dúvida discursiva que desarticule todas as ligações do real, todos os ângulos das imagens. [...] A metafísica do espaço, para Descartes, é a *metafísica da esponja*. (FEC, p. 87-98)

Outros elementos serviram de noções generalizadoras nesse período, palavras tornaram-se verdadeiras pedras de toque, com um significado amplo e forte, e com a capacidade de profunda explicação do real. O mesmo ocorreu com alguns objetos fabricados pelo homem, como a alavanca, o espelho, a peneira, a bomba, o canhão, etc. Esses simples instrumentos tornaram-se objetos privilegiados, trazendo a marca do *homo faber*, conceito nascente e carregado de sentido positivo na fase do conhecimento e da ciência positivista.

Diversas palavras fortes produziram generalizações geralmente equivocadas no período pré-científico, provocando comparações, analogias indevidas, constituindo-se obstáculos ao pensamento científico, como “poro”, “choque”, “trovão”. Bachelard observa: “O perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem” (FEC, p. 101). Como a imagem é extraída do mundo concreto substancialista, o obstáculo verbal construído ao redor de uma imagem é na verdade um aspecto do substancialismo. Em relação ao novo espírito científico do racionalismo abstrato erudito e matematizado, essas são “imagens pueris”, próprias

das “intuições da filosofia realista” e demonstram “inércia espiritual”, caracterizando-se, dessa forma, como “verdadeiras palavras-obstáculo” (FEC, p. 102).

Mais um outro obstáculo epistemológico apresentado por Bachelard é o do conhecimento unitário e pragmático. Nesse obstáculo são colocadas generalidades mais amplas, envolvendo o pensamento filosófico. Então são criticados cientistas e filósofos. Os filósofos, que pretendiam explicar cientificamente a realidade, acabavam atrapalhando muito a ciência, criando generalidades ainda maiores que as de fenômenos limitados ao mundo físico (coagulação, fermentação, a função da esponja, etc.). Saindo do pensamento empírico e entrando no espaço da filosofia, os filósofos, recorrendo à natureza ou a algum de seus elementos mais significativos e impressionantes, apresentavam uma visão geral do mundo, resolvendo e apaziguando dificuldades e contradições da realidade empírica. Dessa forma, uma “suave letargia imobiliza a experiência”. “Foi assim que, no século XVIII, a ideia de uma natureza homogênea, harmônica, tutelar apagou todas as singularidades, todas as contradições, todas as hostilidades da experiência (BACHELARD, FEC, p. 103).

As obras “filosóficas” do século XVIII, como as de Schelling ou Schopenhauer, que prometiam sistemas, mas que eram intuições metafísicas erguidas sobre “um amontoado de fatos” mal observados, eram “inúteis tanto sob o aspecto filosófico quanto sob o aspecto científico”. Já existiam alguns cientistas trabalhando seriamente, embora com métodos e teorias incipientes, porém os filósofos não observavam o trabalho deles. Assim, essas obras filosóficas “não reúnem os documentos empíricos como acontece com o trabalho dos químicos e dos botânicos da época. Enfim, elas atravancam a cultura científica” (FEC, p. 119).

No obstáculo da unidade, houve muita influência da literatura, da religião e da filosofia na ciência. Cientistas e filósofos escreviam em tom literário, metafórico, figurativo, de admiração religiosa. Em todo o pensamento pré-científico, a presença de Deus na ciência era muito forte. E ela garantia unidade, segurança, certeza, harmonia. O que era inconcebível mecanicamente tornava-se concebível pela ação divina. A física associava-se à teologia; a gênese era considerada uma cosmogonia científica; a história do céu era concebida pelas ideias da Bíblia, dos poetas e dos filósofos (FEC, p. 108).

Assim, o espírito pré-científico tinha verdadeiro gosto e sedução pela unidade, pela explicação por uma única característica e repelia as dualidades,

considerando-as como erros e pensamentos que incomodavam. Nessa tendência estava a ideia de elevação dos assuntos, o que representava um ideal de perfeição concedido aos fenômenos. Um dos artifícios para a elevação e a ideia de unidade era o uso de letras maiúsculas iniciais: Natureza, Universo, Eletricidade, Planeta, etc. (FEC, p. 107). Assim, por exemplo, a lei de gravitação representava toda espécie de equilíbrio, envolvendo com o fluido elétrico a Terra, o Sol, os vegetais e todos os corpos existentes na terra. Sob o império da eletricidade se reuniam os fenômenos mais díspares: curso dos planetas, raios celestes, meteoros, sensações corporais, antipatias, simpatias, gostos e repugnâncias, cura pela picada da tarântula, doenças depressivas, vampirismo, sucção mútua entre duas pessoas que dormiam juntas, etc.

Outro exemplo de grande unidade conceitual é o da luz, cuja explicação rendeu muitas obras em que predominavam o sentimento religioso e a admiração diante da natureza. Analogias juntavam todas as existências do céu e da terra em sistemas simples e harmônicos. Eram analogias muito amplas, reunindo astros, metais, partes do corpo humano, em um “triângulo universal” que unia céu, terra e homem. Diante dessa trilogia, as doenças eram tidas como alguma desarmonia ou desequilíbrio entre algum metal e o planeta correspondente ao órgão doente (FEC, p. 109).

Os domínios da alquimia e da astrologia, predominantes no período pré-científico, eram marcados pela fantasia, que operava em um processo de sobredeterminação. Uma coisa determinava outra, que, por sua vez, determinava outra, formando uma corrente de determinações. “Tudo acaba sendo causa de tudo” (FEC, p. 111). Bachelard acrescenta:

Podem ser apresentados milhares de exemplos em que intervém, como pensamento orientador, uma incrível sobredeterminação. Essa tendência é tão nítida que se pode afirmar: todo pensamento não científico é um pensamento sobredeterminado. (FEC, p. 111)

Quanto ao pragmatismo do conhecimento, ele faz parte do psiquismo comum. Um dos propósitos de uso da natureza, por exemplo, é sua utilidade, existindo para servir o homem. Assim útil e verdadeiro se associam facilmente. “A própria utilidade fornece uma espécie de indução muito especial que poderia ser chamada de indução utilitária” (FEC, p. 113); “para o espírito de seu século, a justificação pelo útil era a mais natural” (FEC, p. 116); logo, o verdadeiro deve ser acompanhado do útil. O verdadeiro sem função é um verdadeiro mutilado” (FEC, p.

117); “quando se descobre a utilidade, encontra-se a função real do verdadeiro” (FEC, p. 117). Inclusive cientistas e pensadores de renome, como Newton e Voltaire, valorizaram a utilidade do conhecimento. “Apesar de um leve ceticismo, percebe-se que, para Voltaire, o Céu é útil à Terra” (FEC, p. 116). Sistemas inteiros foram fundados sobre considerações utilitárias, porque a utilidade é clara, explica, justifica, estando ligada ao verdadeiro.

Para Bachelard o utilitarismo e o pragmatismo em ciência são grandes obstáculos epistemológicos no desenvolvimento do espírito. Assim, “a psicanálise do conhecimento objetivo deve romper com as considerações pragmáticas” (FEC, p. 116).

Obstáculo fortíssimo no estado pré-científico foi o substancialismo, que se orienta pelo concreto, pelas imagens captadas através dos sentidos. Pelo substancialismo, devido a uma tendência natural, o espírito condensa em um objeto os diversos conhecimentos em que esse objeto desempenha um papel e as suas qualidades interiores e exteriores, superficiais e profundas, manifestas e ocultas. E a filosofia endossava esse ponto de vista. Hessen, por exemplo, confirma a força do substancialismo para o realismo:

A substância representa uma realidade metafísica objectiva ou independente da consciência cognoscente. [...] Construir substancialidade com os objetos do mundo físico, apreendendo sua inerência e subsistência, é necessidade e exigência do pensamento. (1973, p. 178-179)

Dessa forma, “a origem substancial é sempre muito difícil de exorcizar” (FEC, p. 132), porque é forte a atitude de afetividade, fé, crença, fascínio pelas substâncias, o que é difícil de ser eliminado da mente. A essa visão pré-científica substancialista opõe-se a ciência contemporânea, que traz “a supremacia do conhecimento abstrato e científico” (FEC, p. 132).

Os autores da época, em uma “valorização intuitiva do interior”, usavam, na explicação de fenômenos físicos, as imagens de superfície, âmago, centro, meio e outras que levassem à mesma ideia de continência. “Ao analisar tais intuições, logo se percebe que, para o espírito pré-científico, *a substância tem um interior*, ou melhor, a substância é um interior” (FEC, p. 123). Nesse princípio, é perceptível a influência da mentalidade alquímica, “dominada pela tarefa de *abrir* as substâncias”. Assim, acabaram sendo constituídas “as falsas explicações substancialistas” (FEC, p. 128) do conhecimento durante o estado pré-científico.

Uma das características do substancialismo é o tipo de linguagem usada. Ela é abundante e cheia de adjetivos (uma das características da alquimia era a logorreia). Como as qualidades estão ligadas às substâncias, ocorre então um acúmulo de adjetivos para um mesmo substantivo. As qualidades são justapostas, sem muita preocupação quanto às suas relações mútuas, o que leva a um aumento de sinônimos para o mesmo objeto. Ou seja, trata-se de uma linguagem prolixa – processo oposto ao da linguagem científica, que é direta, precisa, concisa. No sentido da linguagem, o substancialismo se assemelha a outros domínios do conhecimento, como a psicologia e a literatura, conforme declara Bachelard quanto à prolixidade: “Essa é uma tendência geral, que se encontra em campos bem afastados do pensamento científico, como no da psicologia e da literatura: quanto menos precisa for uma ideia, mais palavras existem para expressá-la” (FEC, p. 140).

Situação oposta ocorre na ciência atual. Nas ciências físicas a linguagem precisa é a matemática. A concisão da linguagem da ciência no segundo e no terceiro estados do conhecimento é caracterizada, além dos termos técnicos, principalmente pelas fórmulas físicas e químicas e pelas equações matemáticas, que se encontram em um nível sintético superior – “na ciência, os atributos são pensados de forma hierárquica e não de forma justaposta” (FEC, p. 140).

Assim, uma das características da ciência contemporânea é diminuir os adjetivos, como ocorre, por exemplo, na descrição de medicamentos. Na moderna indústria em série, os medicamentos em geral e as vacinas são identificados quimicamente, bastando o seu nome químico para designá-los, pois são monofuncionais e possuem atributos bem definidos (FEC, p. 143).

É difícil vencer o substancialismo. Bachelard afirma quanto a esse obstáculo: “Essa questão filosófica é muito mais atual do que parece, porque em qualquer mente culta permanecem vários vestígios de substancialismo que convém psicanalisar” (FEC, p. 143). Psicanalisar o substancialismo requer que se psicanálise o realismo e o realista, porque o fascínio da ideia de substância se encontra no inconsciente do espírito.

No processo de psicanalisar o realista, a primeira tarefa é traçar o seu perfil e mostrar o seu psiquismo. O realismo é um instinto, é uma filosofia inata, enquanto a substância dos objetos é tida pelo espírito como um bem pessoal. É quase impossível o espírito não nascer realista ou não ser realista no início da sua vida, pois o realismo é seu ponto de partida. Imbuído do substancialismo, o realista

tem a seu favor a realidade, o fato, os bens físicos, a “riqueza do real”. Em uma valorização subjetiva e afetiva, na atração pela matéria (sensação que dominava o alquimista e o realista), possuir o “real” é muito importante para o espírito. Assim, é “no próprio ato de conhecer que devemos detectar o distúrbio produzido pelo sentimento predominante do ter” (FEC, p. 165). Na psicanálise do realista, o substancialismo destaca-se como refúgio, tornando-se escudo contra preocupações e discussões objetivas. O espírito entrincheira-se por trás das substâncias, atribuindo a elas, com diferentes matizes, o reflexo das impressões subjetivas. Por isso as imagens virtuais subjetivas formadas pelo espírito realista são difíceis de afastar.

O substancialismo, como obstáculo epistemológico, representou crenças do estado pré-científico que não foram comprovadas, que não chegaram ao nível da objetivação e que atrapalharam o espírito em suas investigações. Além disso, o substancialismo serviu de escudo para o espírito, no sentido de que ele se acomodava ante as impressões primeiras e não precisava se dar o trabalho de pesquisar. Segundo Bachelard, a mente preguiçosa é nociva à ciência. Ele conclui sobre a psicanálise do realista:

Ora, o melhor meio de fugir às discussões objetivas é entrincheirar-se por trás das substâncias, é atribuir às substâncias os mais variados matizes, é torná-las o espelho de nossas impressões subjetivas. As imagens virtuais que o realista forma desse modo, admirando as mil variações de suas impressões pessoais, são as mais difíceis de afugentar. (FEC, p. 184)

Mais um obstáculo epistemológico à objetividade das ciências materiais foi o animismo, com o “fetichismo da vida” e de forte caráter invasor – e do qual as ciências físicas demoraram para se livrar. Toma o corpo humano como objeto privilegiado e instaura o tema da vida biológica como o centro de um raciocínio ainda pré-científico. Sobre a vida biológica se fundamentará, mais tarde, a biologia como ciência constituída, com objeto e método próprios, no patamar científico de outras ciências então já organizadas, como a física e a química.

Sob a visão do realismo ingênuo, dava-se muita importância aos três reinos da natureza, sendo que os reinos vegetal e animal preponderavam sobre o mineral, até porque os químicos afirmavam que “as matérias vivas são mais *simples* que as matérias inertes”. Assim, “no fim do século XVIII e até no início do século XIX, a tendência dos químicos é de estudar *diretamente* as matérias orgânicas” (FEC, p. 186).

Químicos proeminentes começam a se perguntar pela relação entre os três reinos. “Lavoisier está preocupado com a correspondência dos reinos” (FEC, p. 187). Até então se fazia uma relação equivocada dos fenômenos da vegetação, animalização, combustão, putrefação, etc.

O espírito da época comparava os três reinos da natureza, dentro da sua imaginação de um “plano natural”. “Sem essa referência aos reinos animal e vegetal, os estudiosos teriam a impressão de trabalhar sobre abstrações” (FEC, p. 188). O pensamento dominante era a junção dos três reinos. “A necessidade de unidade é tal que, entre os três reinos, são feitas analogias e transposições, uma escala de perfeição, que provocam as piores confusões” (FEC, p.188). Assim os fenômenos físicos eram calcados nos fenômenos da vida.

Para o espírito pré-científico, na analogia entre os três reinos, “são os vegetais que dão as lições de classificação e, portanto, as ideias diretrizes” (FEC, p. 190). Cientistas e filósofos tinham pontos de vista semelhantes nesse aspecto: “tudo o que cresce insensivelmente é considerado como vegetação”. Dessa forma, reconheciam os reinos da natureza no corpo humano, atribuindo unhas, cabelos e pelos ao reino vegetal. Bachelard revela que Schopenhauer também era animista:

Parece que a vegetação é um objeto venerado pelo inconsciente. Ela ilustra o tema do devir tranquilo e fatal. Quem estudar sistematicamente essa imagem privilegiada do devir constatará a justa perspectiva de uma filosofia toda animista, toda vegetal, como nos parece ser a filosofia de Schopenhauer. (FEC, p. 190)

Um autor pré-científico chega a lamentar que se tenha dado o nome de “eletricidade” ao fenômeno elétrico, que era visto como princípio primordial da natureza. Ele achava que o nome adequado seria “vivacidade”, em homenagem à vida (FEC, p. 191). Assim, “*vida* é uma palavra mágica. É uma palavra valorizada. “Qualquer outro princípio esmaece quando se pode invocar um princípio *vital*” (FEC, p. 191). A matéria viva, que contém o fluido elétrico, comanda a matéria morta, anima e move todo o universo, desde os astros até as plantas e os germes, pois é a fonte de toda existência, atividade e crescimento. Evidentemente os autores da época falavam por intuição, sem provas. Falavam por “metáforas sedutoras da vida”. Esses pensamentos eram axiomas para o espírito pré-científico.

Dessa forma, a intuição animista aplicada aos fenômenos da matéria expande o obstáculo do animismo. Muitos autores atribuíam vida inclusive aos minerais, estabelecendo diferença entre minerais e metais em seu *habitat* natural

(na natureza) e aqueles manipulados pelas pessoas. Os metais manipulados adoeceriam por estarem sem a proteção e a tutela da natureza. Sob a intuição da vida, havia mesmo uma valorização afetiva e moral envolvendo todos os seres da natureza. Dessa forma, a ferrugem era vista como uma imperfeição e uma doença do ferro. Na mentalidade ingênua, a vida dos minerais era tão verdadeira que eles pareciam se reproduzir no seu ambiente natural, possuindo sêmen metálico, fecundidade, esterilidade e podendo ser semeados, como se fossem plantas.

Mesmo algum progresso técnico que houve no período pré-científico, como o microscópio, foi usado com a mesma mentalidade ingênua para examinar vegetais e animais. Assim, a orientação que guiava o uso do microscópio era levada para o lado animal e vegetal, buscando-se a vida biológica tanto em seres vivos como em seres inertes (minerais). Imagens anatômicas, como glândulas, veias e pelos, invadiam a física, sendo comparados ao ímã, ao arame, a metais diversos – ou estes àqueles. Isto é, ligava-se facilmente física e anatomia. Isso porque a imagem animista era mais natural, portanto mais convincente.

Os estudos relacionando física e corpo humano se estendem por todo o século XVIII, envolvendo inclusive cientistas de renome, como Galvani e Volta, que estudaram, por exemplo, a relação entre eletricidade e pulso, considerando uma pretensa eletricidade biológica e uma eletricidade física. Nessa fase pré-científica, praticamente todos os físicos tinham posições semelhantes. Vivia-se o impacto da descoberta do fluido elétrico, do galvanismo. Os corpos biológicos eram tomados como pilhas elétricas. E então a eletricidade, objeto da física, provocou muitos experimentos extravagantes e completamente acientíficos envolvendo metais e o corpo humano (e de outros animais) com o fim de se testar e compreender o fluido elétrico.

Dois temas biológicos e orgânicos fortaleciam esse obstáculo epistemológico: a digestão e a libido, verdadeiros mitos do animismo.

O mito da digestão ocupava a alquimia e a química, envolvendo a nutrição e a alimentação, considerando que tanto corpos orgânicos quanto elementos químicos e alquímicos sentiam fome e se alimentavam. Função privilegiada e ligada ao inconsciente, a alimentação, segundo Bachelard, sob uma visão psicanalítica, possui todo um sistema de valorização. Possuir o alimento significa possuir um bem, sendo o alimento reserva de força e poder. Por isso livros pré-científicos recomendavam alimentos sólidos e substanciosos.

No estado pré-científico, o estômago era supervalorizado e tinha um papel primordial. “Na Antiguidade era chamado o rei das vísceras” (FEC, p. 212). Porém se tinha uma ideia errada sobre o processo da digestão. Acreditava-se que, para realizar a digestão, o estômago fazia um processo de lento cozimento dos alimentos; que a digestão era um “pequeno incêndio”; acreditava-se em uma “teoria da trituração estomacal”; comparava-se a digestão a uma cozinha e também ao trabalho do alquimista. Sob a inspiração da alquimia, metaforicamente a forma do corpo humano lembrava um forno bem feito, um forno construído pelo alquimista divino. Portanto a digestão era comparada ao trabalho do alquimista em muitos aspectos.

E o mito da digestão se estendeu ao universo. Nesse mito havia três lugares onde se desenvolvia a digestão: a terra, a cozinha e o estômago. Alguns organismos possuíam estômago, outros não. Assim, a terra era o estômago de alguns elementos. Fazendo analogia com o corpo humano, autores queriam mostrar que o universo inteiro triturava e digería, em um grande e geral movimento de esmagamento, pressão, compressão. Alguns exageravam a analogia. A terra teria veias, vísceras, entranhas, filtros, depuradores, baço, fígado, pulmões, ossos, um esqueleto organizado e partes para a preparação dos sucos alimentares. A ideia forte era a da terra nutriz, da terra materna, “primeiro e último refúgio do homem abandonado” (FEC, p. 220). Dessa forma, em uma interpretação simbólica e psicanalítica sobre a relação entre o universo e a alimentação, o homem encontraria a vida em todos os recantos, no espaço universal e no subterrâneo, fundindo-se com a mãe terra.

Ao mito da digestão ligava-se a importância dada aos excrementos. Hoje os psicanalistas se reportam muito à fase anal no desenvolvimento psíquico da criança. Mas, no estado pré-científico, o enfoque era outro. Excrementos (esterco) de animais tinham outro valor, sendo usados para fins curativos e estéticos. Nas valorizações dos excrementos, Bachelard enxerga principalmente um fundo psicanalítico de cunho sexual, tomando uma sobredeterminação sexual como princípio evidente.

E, vendo na valorização dos excrementos uma valorização antitética (coisas enjoantes e repugnantes eram usadas como cosméticos), Bachelard critica tais usos e lança como hipótese o antivalor para a interpretação psicológica e inconsciente sobre a origem e a causa de surgimento deles. Ele escreve sobre o

espírito pré-científico: “só um inconsciente muito perturbado pode sugerir tais práticas” (FEC, p. 224).

Outro mito psico-biológico do animismo é a libido. O mito da libido é mais complexo que o da digestão. A libido sobressai ao apetite, sendo mais poderosa, implicando pensamentos longos, paciência, prolongamento, duração. E outros temas diversos, como intelectualização, afetividade, devaneios e solidão do manipulador alquímico, valores morais do alquimista, fantasia, sonho, paixões, geração telúrica, nascimento, mistério, literatura, metáforas sobre a mulher ideal, interiorização, inconsciente que sonha, psicanálise, juventude, rejuvenescimento, tempo, força animista, materialismo sexual, ato gerador, eletricidade e sexualidade, eletricidade e doenças venéreas, fluido elétrico, a situação dos eunucos, energia, harmonia, etc. Sob o instinto e o impulso da libido aglomera-se uma gama diversificada de sentimentos, sensações, conceitos.

No tema da libido, encontram-se duas sexualidades: uma “sexualidade vaga”, abordada por meio da alquimia; e uma “sexualidade enorme”, tratada na geração telúrica, com o germe e a semente.

Na abordagem à “sexualidade vaga”, destacam-se a alquimia e o alquimista, personagem e atividade envolvidas em sonhos e fantasias, fundindo imagens objetivas com desejos subjetivos. Em uma interpretação anagógica, a alquimia tem uma cultura moral elevada. O alquimista não pode ser impuro, mesmo em meio a impurezas. A alquimia se desenvolve com valores e precisa superar a contradição entre bem e mal, pureza e impureza. O alquimista precisa resistir às tentações sexuais.

Na sexualidade vaga, a primeira ideia é a de mistério, que vem pelo nascimento, fenômeno escondido dos filhos pelos pais. Assim como o alquimista esconde o seu saber. A arte alquímica é cheia de mistérios e segredos. É uma arte demorada, na qual o tempo entra na forma de paciência. A busca da pedra filosofal é valorizada pelas longas manipulações. A demora na aprendizagem da alquimia é tão longa que o alquimista não é um jovem, e sim um velho, um ancião. Portanto, a alquimia é um longo aprendizado solitário. Torna-se um vício secreto. Dessa forma, a busca da pedra filosofal envolve aspectos da libido. Em textos alquímicos, psicanalistas detectaram o ananismo. Observa-se ainda a libido por meio do tratamento sexual dado aos minerais e metais. Eles são machos ou fêmeas; a pedra engravida-se; a pedra dissolve-se em seu próprio sangue; entre os minerais há

relações incestuosas; operações alquímicas são descritas como cópulas cuidadosamente observadas.

A pedra filosofal também se gaba de possuir o caráter hermafrodita, tendo o sêmen masculino e o feminino. Assim supera-se a contradição entre macho e fêmea, o que acarreta a superação de todas as outras contradições. A pedra filosofal manifesta complexo de poder e busca a mulher ideal, sendo ainda a perfeição em todos os sentidos e também a imortalidade. Encontrando a mulher ideal, a pedra seria perfeita. A mulher ideal é um sonho nem sempre alcançado e, portanto, substituído pela sabedoria da ciência. Assim, “o livro alquímico é tanto livro de moral quanto de ciência” (FEC, p. 233).

Na sexualidade vaga, se reforçam as intuições substancialistas e animistas, pela interiorização de forças misteriosas, que garantem o devir do germe.

Ainda no sexualismo vago, entra o tema da eletricidade do século XVIII. O fluido elétrico é energia e seiva, podendo dar vida, saúde e fertilidade a pessoas, vegetais, animais. “Como a eletricidade é um princípio *misterioso*, a questão é saber se é um princípio *sexual*” (FEC, p. 247). Por intuição, devido a ser misteriosa, a eletricidade era sexualizada e podia ser sexualmente eficaz. Dessa forma, intuições substancialistas eram misturadas com intuições sexualistas. Envolvendo eletricidade e sexualidade, foram realizadas muitas experiências com eunucos, pessoas consideradas estéreis, cura de doenças venéreas e outras situações ligadas à sexualidade.

No mito da libido, o segundo tipo de sexualidade é a “sexualidade enorme” ou “sexualidade precisa” (presente na geração telúrica). Numa grande visão simbólica misturada ao conhecimento científico, autores da época enxergavam a harmonia do universo na geração da vida e de todos os seres. Uma força animista geral unia céu e terra (a nutriz); o sêmen do homem é comparado ao sêmen da terra; uma panspermia substancial valoriza a vida humana, “fazendo do sêmen do homem uma quintessência do sêmen universal” (FEC, p. 251); toda a formação da vida ocorre então num vasto materialismo sexual.

Formou-se um grande valor concentrado nas noções de germe, sêmen, semente. Eram valorizações gratuitas, feitas *a priori* e sem nenhuma pesquisa ou comprovação. Por intuição, dizia-se que o germe possuía concentração, pureza, intensidade; que era a parte mais elaborada que o animal podia produzir; que vinha acompanhado de muitos espíritos; que era emanado do fluido universal e

concentrava todos os alimentos necessários ao corpo, estando presente nos minerais, nos vegetais, nos animais; que era um elixir especial. Imaginou-se então uma filosofia vitalista em torno do sêmen e do germe.

Uma teoria agrícola orientava sobre a reprodução dos vegetais e a sementeira, a fim de que as sementes fossem colocadas na terra sem retardo, para não enervar os germes, que poderiam contrair doenças desconhecidas.

Para Bachelard essa filosofia natural da geração vinha do inconsciente com todas as suas fantasias absurdas, porém de modo claro para quem professava tais princípios. Tratava-se de uma explicação rápida, simples, fácil – e obviamente não-científica. A geração se dava por valores negativos, dentro de um princípio de luta antitética maniqueísta do pensamento pré-científico. Valores opostos (o bom e o mau, o puro e o impuro, o suave e o podre), em luta, produziam a geração, que vinha então da corrupção. O alquimista buscava sua matéria preciosa no “ventre da corrupção”, como o mineiro a buscava no ventre impuro da terra. Os germes apodreciam e se deterioravam para que se efetuasse a ação formativa no seio da mãe ou no seio da terra. Esse princípio antitético encontra-se em outros fatos: o fedor prepara o perfume; os maus odores subterrâneos anunciam ao mineiro as regiões putrefatas mas geradoras da terra; os melhores remédios têm mau cheiro e mau gosto; etc. Bachelard declara a respeito: “Pode-se afirmar que todo o pensamento pré-científico desenvolve-se na dialética fundamental do maniqueísmo” (FEC, p. 246).

Para o espírito ingênuo, uma espécie de intuição germinativa, um princípio de fecundidade, perpassava toda a matéria e esclarecia a vida. Bachelard observa: “*Ubi virus ibi virtus* [Onde está o sêmen, aí está a virtude]. A energia seminal é a energia suprema; ela engloba e resume todas as ações, todas as forças” (FEC, p. 256).

Segundo Bachelard, os textos dos autores pré-científicos “confirmam essa ideia de que toda ciência objetiva *nascente* passa pela fase *sexualista*” (FEC, p. 247). E uma psicanálise completa do inconsciente científico poderia realizar o estudo de sentimentos inspirados pela libido de modo direto e indireto. Os mitos da digestão e da libido confirmam que era muito grande o papel do inconsciente nas culturas pré-científicas, a maioria delas dominada pelo medo. O inconsciente precisava “ser descarregado por procedimentos grosseiramente materialistas, grosseiramente concretos” (FEC, p. 258). O substancialismo e o animismo mostram

que uma intuição quase que concreta dominava o espírito pré-científico, no qual a vida biológica canalizava as forças inconscientes explicando a realidade de modo ingênuo, fantasioso e mágico.

Outro obstáculo epistemológico presente no estado pré-científico é o conhecimento quantitativo. O espírito pré-científico teve dificuldade em lidar com a matemática em todos os aspectos (quantificação, medida, geometria, etc.) e tentou usar conteúdos dessa disciplina sem o devido conhecimento, como era comum no realismo ingênuo. Criticando a situação, Bachelard diz que “é preciso refletir para medir, em vez de medir para refletir” (FEC, p. 262).

O conhecimento objetivo imediato é caracterizado como realista, qualitativo, subjetivo, prematuro, falseado e portador de erro. Assim, no estado pré-científico nem o conhecimento quantitativo (comandado pela matemática) estava isento dos problemas do conhecimento qualitativo. Bachelard afirma a respeito:

Seria, aliás, engano pensar que o conhecimento *quantitativo* escapa, em princípio, aos perigos do conhecimento qualitativo. A *grandeza* não é automaticamente objetiva, e basta dar as costas aos objetos usuais para que se admitam as determinações geométricas mais esquisitas, as determinações quantitativas mais fantasiosas. (FEC, p. 259)

Em sua crítica ao conhecimento objetivo imediato, ele engloba a física cartesiana. E cita Mouy, que disse a respeito da matemática nessa física: “A física cartesiana é uma física matemática sem matemática. É uma geometria concreta”. Bachelard acrescenta sobre a física cartesiana: “Esse geometrismo imediato, por falta de uma álgebra discursiva e explicativa, encontra o jeito de não ser um matematismo propriamente dito” (FEC, p. 260). E aí se encontra o cerne das ciências físicas: a matematização, que só ocorrerá a partir do estado científico.

No estado pré-científico, ocorreu um duplo erro de matematismo: por um lado, um matematismo vago e, por outro lado, um matematismo demasiadamente preciso. Assim, o excesso de matematização é tão nocivo quanto a falta de matematização.

O excesso que houve no estado pré-científico foi na verdade o de quantificação em termos de números, da quantidade mesma, da medição. Com pretensões de objetividade científica, ingênua e precipitadamente, o espírito pré-científico media e contava até o não medível e o incontável. No processo de medir, é preciso levar em conta o objeto, o método e o instrumento de medição. Não basta medir e apresentar números aleatoriamente para se obter a sensação de

conhecimento matematizado e científico. Então a matemática adequada foi vaga no estado pré-científico, enquanto que a matemática desnecessária (simplesmente numérica e aritmética) tentou ser excessivamente precisa.

No século XVIII havia um exagero gratuito na precisão. Gratuito e inútil porque era uma medição precisa fantasiosa que não podia ser conferida. Era então uma precisão falsa e leviana. Alguns exemplos são visivelmente desconcertantes: fazia 74.832 anos que a Terra tinha se soltado do Sol; em 93.291 anos a Terra se resfriaria a ponto de não ter mais vida; os cálculos hepáticos dão 648 vezes mais ar que seu volume; os cálculos urinários dão 645 vezes seu volume; quanto um homem de seis pés de altura andaria mais com a cabeça do que com os pés, se desse a volta à Terra; o voo das moscas se assemelha ao das pipas de papel, que formam com o eixo do vento um ângulo de vinte e dois graus e meio; devido à contração e dilatação dos corpos com o calor, de noite os corpos ficam mais dilatados, as casas maiores, os homens mais altos; por causa da dilatação dos corpos com o calor, há uma diferença entre os corpos do Equador e do Pólo, por isso os lapões são baixos e robustos; menos de 3.000 homens, colocados numa extensão de 50 ares de terra, formariam com sua transpiração durante 34 dias uma atmosfera de cerca de 71 pés de altura; em Vênus a longevidade é maior que a da Terra; a longevidade dos marcianos é um terço menor que a dos terráqueos; Saturno tem bilhões de seres semelhantes aos homens e imensas cidades de dez a vinte milhões de habitantes; etc. (FEC, p. 263).

Além da predição numérica ultraprecisa, as leis físicas ou biológicas que lhe servem de base são vagas e feitas subjetivamente por um espírito individual sem qualquer demonstração que provasse tal precisão. Alguns problemas são insignificantes. Em alguns exemplos havia uma tentativa de geometrização, quando se tocava em graus, obliquidade, etc. Mas o estado pré-científico realmente não atingiu o nível matemático do conhecimento, conforme atesta Bachelard: “a explicação pré-científica não parece envolver-se numa doutrina nitidamente matemática” (FEC, p. 260).

Na verdade, o espírito pré-científico faz “uma confusão” com valores, escalas, medidas, grandezas. “Faz os mesmos juízos experimentais do pequeno para o grande, e do grande para o pequeno. Um dos exemplos que ilustram a leviandade com a qual se passa de uma ordem de grandeza para outra” (FEC, p. 275) são as cosmogonias do século XVIII. Elas têm a característica da brevidade.

Por um princípio rudimentar, “às vezes bastam uma imagem, uma palavra. Em poucas linhas, por simples referência a uma experiência costumeira, explica-se o mundo; passa-se sem cerimônia do pequeno para o grande” (FEC, p. 275).

Apesar de não dominarem a matemática, espíritos pré-científicos se serviam de termos geométricos, mas de modo confuso, criando teorias fantasiosas. Bachelard fala sobre o “fascínio das imagens geométricas propostas em bloco, sem a mínima preocupação de justificá-las por um princípio” e comenta: “Poderíamos citar ao infinito essas saladas geométricas” (FEC, p. 285). Assim, o espírito pré-científico confundia o círculo e a elipse e não lidava bem com as demais figuras geométricas. Bachelard esclarece, expondo a questão imagem-cálculo: “A história científica, mina inesgotável de raciocínios falsos, pode fornecer inúmeros exemplos da supremacia da imagem resultante em relação ao cálculo que deve explicá-la” (FEC, p. 290). Esse foi um período do conhecimento com poucas explicações.

Uma das características dessa fase é a falta de perguntas e de problematização – sem o que não se faz ciência. O espírito pré-científico busca mais as respostas, com as quais se contenta. “É fácil perceber que, em todas essas racionalizações imprudentes, a *resposta* é muito mais nítida do que a *pergunta*, ou melhor, a resposta é dada antes que se esclareça a pergunta” (FEC, p. 55). Outra característica dessa fase de “imobilização do conhecimento” é a falta ou a precariedade da atividade interpretativa. Para o espírito dessa fase o fato era mais importante que sua interpretação – sendo que o inverso é que leva à abstração e à objetividade do conhecimento.

No estado pré-científico predominou a alquimia, que possuía muitos pontos positivos relacionados a um psicologismo concreto, a forte simbolismo, a meditações íntimas, a valores morais, porém era um conhecimento empírico, místico, mágico, intimista, cheio de mistérios e superstições, sem nenhuma base científica – embora Bachelard reconheça sua importância histórica para a química inicial: “a condenação da alquimia foi feita por químicos e por escritores”; mas “a química moderna surgiu lentamente do laboratório dos alquimistas” (FEC, p. 58).

Os obstáculos ao conhecimento objetivo no período pré-científico têm um teor histórico e cultural, porque refletiam a mentalidade geral de uma época, de um momento da história humana. O espírito ainda não estava em condições de criar a ciência – tanto que não a criou até fins do século XVIII. Bachelard diz que seria prematura e ineficaz uma tentativa de racionalização naquela época. Aliás, tal

racionalização nem surgiu. Alguns espíritos científicos geniais, entre eles Newton, que despontaram não foram aceitos porque não foram compreendidos, e só mais tarde teriam seu valor reconhecido. Após o nascimento e a estabilidade do estado científico, aqueles obstáculos foram afastados da ciência e como tais não têm mais a oportunidade de estorvar o pensamento científico. Qualquer espírito que aparecer com ideias tão retrógradas não é aceito nem ouvido na comunidade científica, que, aliás, em sua coesão e coerência, em sua integridade, em seu processo de psicanálise e vigilância, é hoje inatacável por qualquer empecilho individual que surja. Pode-se dizer, então, que não existe mais obstáculo epistemológico para a ciência em si. Os obstáculos epistemológicos ficam, portanto, ao nível de espíritos insipientes ou incautos.

1.3 O espírito científico

O espírito científico se define em franca oposição ao espírito pré-científico, que sucede imediatamente no tempo cronológico. O espírito científico começou a se formar em fins do século XVIII, mas se delineou efetivamente no século XIX, o século newtoniano. Newton não foi compreendido no século XVIII. As imagens usuais, vagas, grosseiras do espírito pré-científico impediam a matematização da experiência e a geometrização. Havia, no espírito pré-científico, a “recusa de uma informação matemática discursiva”. Vários autores criticaram a mecânica de Newton. Queriam uma mecânica que não se baseasse nas características do número, mas nos adjetivos. Em suas explicações dos fenômenos, eles se guiavam pela “busca de qualificativos diretos” e não pela abstração matemática. O desconhecimento e o desprezo pela matemática é o que justificava a incapacidade de se entender a ciência de Newton. Portanto o problema estava no desnível científico dos seus leitores naquela época. Bachelard cita um autor pré-científico, Marat, que exemplifica a crítica ingênua que se fazia a Newton, que buscava o abstrato da matemática, desprezando o concreto da natureza:

A nós, que nos colocamos do ponto de vista psicanalítico, cabe perguntar se a *confusão* de que acusam Newton não é uma prova da confusão do seu leitor, diante das dificuldades matemáticas do livro. A hostilidade à matemática é mau sinal quando se junta à pretensão de captar diretamente os fenômenos científicos. Marat chega a escrever que Newton “perseguiu

quimeras, fez um romance físico e esgotou-se em ridículas ficções, tendo sempre a natureza diante dos olhos”. (FEC, p. 281)

Essas passagens mostram a solidão do cientista no nascimento da ciência. Newton ficou sozinho muito tempo, até que fosse reconhecido pela sociedade científica. Bachelard pretendeu mostrar como se deu a passagem de um estado a outro (pré-científico ao científico) diante das condições primitivas e dos princípios do conhecimento objetivo. Ele declara:

Mas para nós, que desejamos determinar as condições primitivas do conhecimento objetivo, é preciso estudar o espírito no momento em que, de si mesmo, na solidão, diante da natureza maciça, pretende designar *seu* objeto. (FEC, p. 296)

O estado científico criou a comunidade científica. Iniciou-se então um plano de cultura científica mais nítido. Nessa mudança, o empirismo, que dominava sem críticas no período pré-científico, passa a ter outra feição. Os dados empíricos fazem parte das ciências físicas, mas serão agora valorizados pela abstração e pela matemática, cada vez mais em domínio de uma comunidade científica que se formou a partir do século XIX. Trata-se então de um novo empirismo. Ele então contrapõe o velho empirismo, que é passivo, ao novo empirismo, que é ativo porque racionalizado:

É ao tomar consciência dessa revolução da cidadela erudita que se poderá, de fato, compreender a força de *formação psicológica* do pensamento científico e que se avaliará a distância do empirismo passivo e registrado ao empirismo ativo e pensado. (FEC, p. 119)

No tempo de Newton, a refração da luz pelo prisma não foi compreendida, mesmo com ele explicando esse fenômeno dos raios no prisma. O espírito pré-científico, embalado pelo animismo, substancialismo e realismo ingênuo, e ainda dominado por valores limitados, por dogmas, crenças e medo de transgredir, não ousava. Julgava que a física fosse mais fácil que a matemática e a geometria elementar. Pensava que os objetos da física fossem apenas fenômenos naturais, dos quais se conheciam as aparências e os termos. Sentia-se e observava-se de modo natural a maioria das coisas, como o frio, o vento, o fogo, a água, o calor, a luz, o ar, a gravidade, a energia, a duração. Todos esses fenômenos eram apreensíveis pelos sentidos. Esse conhecimento estava disponível a qualquer um, por isso afirmava-se que “todo mundo é um pouco físico” (FEC, p. 282). Porém a geometria era artificial, abstrata, misteriosa “em seu objeto, em seus procedimentos,

até em seus termos” (FEC, p. 282). Temia-se até a palavra “espectro”, que tem um sentido científico próprio.

Desse modo, o pensamento do espírito pré-científico forma um quadro geral de obstáculos (obstáculos epistemológicos) ao conhecimento objetivo, que precisa ser psicanalisado. É pela análise dos obstáculos epistemológicos do conhecimento pré-científico, vistos sob os princípios do conhecimento das ciências contemporâneas, que se percebe com clareza “a necessidade de uma psicanálise do conhecimento objetivo”. Realizar a psicanálise do conhecimento objetivo implica, portanto, entrar no terreno da ciência, com seus objetos, métodos, princípios, evolução, dificuldades.

Além da “simplicidade essencial” que dominava o espírito pré-científico, e da dificuldade diante do conteúdo, havia problemas de ordem prática quanto às experiências de Newton: era difícil executá-las. Precisava-se de prisma, câmara escura, longos aposentos, tempo, espírito de observação e também de realizar uma sequência de operações muito delicadas. Assim, até a questão financeira era um grande empecilho.

Newton, acusado de abstração e combatido, representou um primeiro esforço de informação matemática na física, o que não foi entendido, pois o espírito pré-científico separava os dois domínios, matemática e física, já que a matemática não explicava em nada os fenômenos.

Porém a mecânica newtoniana domina o século seguinte, o período positivista clássico, já científico.

Bachelard esboça o perfil do espírito científico ao discutir os obstáculos epistemológicos do estado pré-científico, comparando ambos e destacando as características do espírito científico em oposição ao espírito pré-científico; este último ele denomina também de realista (fase do realismo ou empirismo ingênuos), enquanto o primeiro é chamado de científico.

Sobre a questão da medição, por exemplo, há uma diferença fundamental entre o realista e o cientista. O realista é visto como não-cientista e comete excessos de medição, precipitada e inútil:

Sobre essa questão do medir, na aparência tão pobre, é possível perceber o divórcio entre o pensamento do realista e o pensamento do cientista. O realista pega logo na mão o objeto particular. Porque o possui, ele o descreve e o mede. Esgota a medição até a última decimal, como o tabelião conta uma fortuna até o último centavo. (FEC, p. 261)

Já o cientista age racionalmente pelo método e clareza da finalidade em medir:

Ao inverso, o cientista *aproxima-se* do objeto primitivamente mal definido. E, antes de tudo, *prepara-se* para medir. Pondera as condições de seu estudo; determina a possibilidade e o alcance de seus instrumentos. Por fim, é o *seu método de medir*, mais do que o *objeto de sua mensuração*, que o cientista descreve. O objeto medido nada mais é que um grau particular da aproximação do método de mensuração. O cientista crê no *realismo* da medida mais do que na *realidade* do objeto. (FEC, p. 261-262)

Assim, a medição para o cientista é um ato muito mais complexo e demorado, envolvendo outros conhecimentos e relações do objeto, porque, em uma medição imediata e rápida, pode-se perder muito cientificamente. Esgotar rapidamente a medição pode levar a que se percam relações fundamentais do objeto, e as relações entre os objetos científicos não podem ser desprezadas porque são extremamente instrutivas.

Outra diferença, com o fim de esclarecer a atitude deveras científica, é entre o espírito filosófico e o espírito científico. O espírito filosófico aceita tudo, enquanto o espírito científico faz recortes, seleções, reduzindo as relações do objeto, desprezando aspectos sem sentido, vendo apenas o que é possível. Essa é a atitude correta da cultura científica. Bachelard escreve:

[...] é uma redução no alcance do determinismo que tem de ser aceita por quem deseja passar do espírito filosófico ao espírito científico. É preciso afirmar que *tudo não é possível* na cultura científica e que só se consegue reter o possível, na cultura científica, daquilo de que se demonstrou a possibilidade. (FEC, p. 272)

Bachelard propõe uma relação dialética entre o filósofo e o seu público. Cada público, cada tipo de leitor, cada fase histórica e espírito têm a filosofia de que precisam, isto é, a filosofia que compreendem e que reflete as suas ideias e seu grau de desenvolvimento científico. Assim, ao espírito pré-científico, dominado pela intuição, afetividade, superstição e materialidade, uma filosofia animista. E ao espírito científico, uma nova filosofia do conhecimento, abstrata e objetiva.

A construção de aparelhos também é uma marca decisiva entre espírito pré-científico e espírito científico. O leigo acha que a construção de um aparelho objetivo da ciência contemporânea seja evidente, mas a verdade é que o instrumental técnico dos tempos atuais é de uma precisão espantosa diante dos aparelhos primitivos. Segundo Bachelard, “o conhecimento torna-se objetivo na proporção em que se torna instrumental” (FEC, p. 268). Ele afirma ainda que “a

doutrina da sensibilidade experimental é uma concepção bem moderna” (FEC, p. 268). O físico tem que determinar a sensibilidade dos aparelhos antes “de qualquer empreendimento experimental”. A condição dos aparelhos técnicos é superespecífica. Cada instrumento constitui um “sistema fechado”, sendo construído com a máxima abstração, matematização, objetividade e alta tecnologia específicas. É a combinação de uma fenomenologia instrumental, com a sensibilidade operatória, condição a que se chega com a filosofia da aproximação, “a única fenomenologia que se possa chamar científica” (FEC, p. 270).

Assim, pela técnica dos instrumentos de medida, “pode-se determinar as diferentes etapas de uma ciência”, sendo que “cada século que passa tem sua própria escala de precisão, seu quadro de decimais exatas e seus instrumentos específicos” (FEC, p. 266). Os registros históricos do período pré-científico demonstram que houve dificuldade em determinar as primeiras condições de medida, e todos os primeiros aparelhos de medição foram construídos com muita imprecisão, a exemplo dos termômetros, que, no início, apresentavam uma grande quantidade, o que é típico de “uma ciência de amadores”. Situação diferente é dos aparelhos da atualidade, que seguem um padrão: “Os instrumentos de uma comunidade científica bem estruturada como a nossa são quase imediatamente padronizados” (FEC, p. 267), a exemplo da precisão e da complexidade de montagem do barômetro, de Torricelli.

A ciência é difícil, fato que o espírito pré-científico não conseguiu entender. Por isso somente a partir do século XIX, quando cientistas sérios se engajaram na dificuldade (já se esboçando a comunidade científica), é que a ciência se firmou como tal. Bachelard chama a atenção para a dificuldade em ciência, que muito contribuiu com os obstáculos epistemológicos até o século XVIII e que retardou o surgimento da ciência:

O simples tema da *facilidade* ou da *dificuldade* dos estudos é muito mais importante do que parece. Não se trata de um aspecto secundário. Ao contrário, do ponto de vista psicológico em que nos colocamos neste livro, a *dificuldade* de um pensamento é um aspecto primordial. É essa *dificuldade* que se traduz em verdadeiras opressões fisiológicas e que sobrecarrega de afetividade a cultura científica. (FEC, p. 281)

Mas a dificuldade também é estimulante, desde que o espírito seja forte. Para esse espírito a dificuldade não é intransponível. Trata-se de uma dificuldade ou facilidade relativas. A dificuldade possui uma ambivalência que atrai o espírito forte.

Bachelard declara: “sobre o tema da facilidade relativa, pode-se mostrar que o conhecimento objetivo sofreu uma inversão ao passar da era pré-científica à era científica” (FEC, p. 281).

No nível científico, o espírito vence a substancialização e todos os obstáculos epistemológicos do estado pré-científico, em um processo de ruptura. Assim o espírito cria uma nova ordem: o nível científico. Os fenômenos já existiam em sua complexidade, mas somente a ciência poderia apreendê-los com exatidão. Bachelard afirma: “O elétron existia antes do homem do século XX”. Afirma também: “é possível falar sem hesitação de uma criação dos fenômenos pelo homem”. Com a dicotomia “consustanciação” *versus* “substancialização”, ele escreve sobre o elétron (em uma linguagem poética que precisa ser transmitida *ipsis litteris*):

O elétron existia antes do homem do século XX. Mas, antes do homem do século XX, o elétron não cantava. Ora, ele canta na lâmpada de três eletrodos. Essa *realização* fenomenológica produziu-se num ponto preciso da maturidade matemática e técnica. Teria sido inútil tentar uma realização prematura. Uma astronomia que tivesse procurado *realizar* a música das esferas teria fracassado. Era um pobre sonho que valorizava uma pobre ciência. Porém, a música do elétron num campo alternativo foi realizável. Esse ser mudo nos deu o telefone. O mesmo ser invisível vai nos dar a televisão. O homem vence assim as contradições do conhecimento imediato. Ele força as qualidades contraditórias à consustanciação, a partir do instante em que ele próprio se libera do mito da substancialização. (FEC, p. 306)

E o irracionalismo que impregnava os fenômenos vai saindo à medida que se elabora a ciência. Esse irracionalismo estava na mente do espírito pré-científico. Mas esse espírito, pelo processo da substancialização, achava, irracionalmente, que os fenômenos tinham aquela natureza, aquela alma, aquela ontologia que ele, espírito pré-científico, imaginava. O irracionalismo em ciência já não existe e não surtiria efeito se alguém, individualmente, ousasse ter um pensamento irracional, porque a ciência é dominada pelo racionalismo.

Assim, o pensamento científico é formador. E não só em termos lógicos, mas também psicológicos. Contrariando os psicólogos, no seu postulado de que a realização intelectual científica não melhora a pessoa, não reduz seus instintos, não suscita novas funções orgânicas, Bachelard considera que o pensamento científico atua no psiquismo melhorando-o. “O pensamento abstrato e matemático prolonga a técnica” e “o pensamento científico reforma o pensamento fenomenológico”. Assim, o pensamento científico moderno tem o “caráter revolucionário” da complexidade e

da abstração, passando para além do concreto imediato e local, que era a realidade do pensamento do espírito pré-científico:

A ciência contemporânea é cada vez mais uma reflexão sobre a reflexão. (...) ficará evidente que, à medida que se processa a evolução – como tão bem o mostrou Bergson –, o reflexo imediato e local se complica aos poucos, estende-se no espaço, suspende-se no tempo. O ser vivo aperfeiçoa-se na medida em que pode ligar seu *ponto de vista*, fato de um instante e de um centro, a durações e espaços maiores. O homem é homem porque seu comportamento objetivo não é imediato nem local. (FEC, p. 307)

Nesse processo é fundamental o papel da ruptura. O espírito científico necessita de uma nova realidade científica. Primeiramente o cérebro do homem fica contra as sensações, ou seja, o objetivo científico fica contra o objeto real; a sensação precisa se contrapor à sensação grosseira. Depois, o cérebro precisa ficar contra o cérebro. O homem tem que acreditar mais na ciência do que em si mesmo. Resistindo à primeira reflexão, o espírito se apoia na ciência já construída coletivamente para prosseguir seu raciocínio. Dessa forma o cérebro (como individualidade) acaba se tornando um obstáculo para o pensamento científico. Por isso “é preciso pensar *contra* o cérebro” (FEC, p. 308).

Esse processo é a psicanálise do próprio pensamento científico. O homem contemporâneo se diferencia do homem antigo e deve analisar o passado como passado, desligando-se dele. O passado intelectual e afetivo do espírito pré-científico e até o próprio passado individual e afetivo do cientista contemporâneo não devem interferir na ciência. “Todos os valores sensíveis têm que ser depreciados”. “O antigo tem que ser pensado em função do novo”. Dessa forma vigia-se o dinamismo psíquico para livrá-lo das linhas de interferência da afetividade e da irracionalidade. Essa foi uma condição fundamental para se fundar a física matemática. Bachelard escreve relacionando passado e presente, o fenômeno e a ciência que há no fenômeno: “Então, ao lado da história do que aconteceu, lenta e hesitante, é preciso escrever uma história do que deveria ter acontecido, rápida e peremptória” (FEC, p. 308).

A ciência anda apesar de homens individuais. Tem uma história epistemológica. E aquele espírito que quiser contribuir com o avanço da ciência tem que prosseguir dentro da linguagem matemática que ela criou (que espíritos científicos criaram, desenvolveram, encontraram – porém não controlam mais):

Essa história normalizada tem muito pouco erro. [...] É verdadeira pela linhagem de gênios, nas suaves solicitações da verdade objetiva. É essa

linha tênue que traça o verdadeiro destino do pensamento humano. (FEC, p. 308)

Nesse processo, a ciência se sobrepõe à vida. A linha do espírito e da ciência coloca-se acima da linha da vida. O valor e a utilidade para o espírito são dinâmicos, mas são estáticos para a vida: “O que serve à vida imobiliza-a. O que serve ao espírito põe-no em movimento” (FEC, p. 308). Nessa linha de raciocínio, é importante a diferença entre biologia e psicologia, pois são dois interesses diferentes. A biologia serve à vida, enquanto a psicologia serve ao espírito. São dois contrários que não devem ser ligados arbitrariamente. A distinção dos dois contrários e a ruptura entre eles é função da psicanálise do espírito científico. Deve ocorrer uma “ruptura da solidariedade do espírito com os interesses vitais” (FEC, p. 308).

Com todas essas cautelas, o espírito científico fica mais livre para exercer a ciência e para vigiar a si mesmo e aos seus pares. É necessário vigiar constantemente porque sempre haverá o perigo de algum tipo de obstáculo. O obstáculo animista ronda o espírito científico, manifestando-se de tempos em tempos, por exemplo, em formas atualizadas. Então o espírito deve se prevenir. Mas é preciso querer fazê-lo. A vontade de espírito é atributo das almas elevadas, não é um valor social (da sociedade como um todo). Mas poderá vir a ser um valor social, em função do trabalho efetivo da ciência. E esse valor social, em Bachelard, tem um sentido restrito, referindo-se à atuação coletiva e tácita da seleta sociedade científica mundial, a sociedade dos cientistas, a “cidadela dos sábios” – ideia que ele defende como de fundamental importância para a ciência.

Vencidos os obstáculos epistemológicos do período pré-científico, cabe agora ao estado científico mostrar o que é ciência, qual o seu método de trabalho, quais os processos por que passa.

1.4 Ciência é descontinuidade e ruptura

A crítica de Bachelard ao conhecimento produzido antes do racionalismo de segunda aproximação, o da ciência contemporânea, é dupla, envolvendo ruptura e retificação (dois processos diferentes em ciência). Ele critica dois tipos de conhecimento: o conhecimento comum (vulgar, primitivo, ingênuo, do senso

comum), que é subjetivo, fruto da imaginação, realizado principalmente pelo espírito pré-científico e com o qual se deve romper; e o conhecimento objetivo imediato, empírico, positivista, realizado pela ciência em seu nascimento, no século XIX, que é o conhecimento objetivo de primeira aproximação e que deve ser retificado – aliás, que foi retificado pela ciência, cujo trabalho Bachelard apenas registrou, analisou e sistematizou filosoficamente.

O século XIX já é científico – visto em oposição ao século XVIII (e épocas anteriores), que não foi científico. Essa primeira interpretação científica do mundo, a da geometrização – regida pela geometria euclidiana, pela mecânica newtoniana, pela lógica aristotélica, pela dialética hegeliana, pela epistemologia cartesiana, pelo positivismo comteano – não será destruída pela ruptura, mas retificada, revista, complementada, alterada pela ciência do século XX, com a teoria da relatividade, a microfísica, a álgebra. A ciência do século XX apresentou novos problemas, novas noções, novos objetos, novo jeito de pensar, nova matemática – que não negavam a ciência anterior, mas abriam caminhos diferentes, possibilidades antes inimaginadas. A ciência do século XIX era perfeita e segura, por isso se tornou um dogma a seguir, cristalizando-se como a única verdade. Já a ciência do século XX se apresentou como transgressora de regras e de normas estabelecidas. Ocorreu então, no mundo científico, uma revolução – conceito que expressa uma quebra de paradigmas, uma mudança estrutural, uma alteração radical de teorias, técnicas, métodos, valores. No século XXI, as duas ciências coexistem, não se rivalizam; ao contrário, se complementam (o que se demonstra com a filosofia do não), sendo, porém, evidente que o pensamento de segunda aproximação impulsionou e revolucionou o conhecimento de tal forma, trazendo uma evolução da ciência em proporções tão grandes, que não dá mais para se limitar e confinar no mundo reduzido do pensamento de primeira aproximação.

No processo de produção e revolução da ciência ocorrem mudanças, rupturas e retificações do conhecimento. Aliás, é assim que se faz ciência e se avança em ciência necessariamente: rompendo-se e retificando-se noções, técnicas, teorias, experiências anteriores. Os conceitos de conhecimento aproximado (aproximações sucessivas), de perfil epistemológico, de percurso epistemológico demonstram esse movimento dialético constante entre o velho e o novo.

E tanto no processo de ruptura quanto no de retificação, dá-se o princípio da desprezabilidade. O espírito científico tem o direito de desprezar. Esse é um dos

traços mais característicos do espírito científico. O espírito científico despreza com clareza e nitidez aquilo que é desprezível no objeto. Ele o faz objetivamente, à luz de teorias bem elaboradas racionalmente. Bachelard viu o conceito de desprezar em Newton em referência ao cálculo diferencial. Então Bachelard expõe o “princípio de desprezabilidade”, que tem em ciência um caráter positivo, saindo do campo específico do cálculo diferencial (onde é uma necessidade) e extrapolando-se para todos os objetos científicos, que devem se ater a traços objetivamente essenciais, desprezando aspectos sem importância no objeto.

O princípio de desprezabilidade é fundamental porque, em todos os fenômenos observados, há muitos aspectos que não têm influência mensurável sobre eles e precisam ser descartados. Por exemplo, “a cor de um projétil não modifica suas propriedades balísticas”. Então o espírito científico “reduz as circunstâncias inúteis”. Ao descobrir o fluido elétrico no corpo humano, um autor do estado pré-científico julgou que a cor das meias usadas pelas pessoas tivesse alguma influência sobre a eletricidade do seu corpo. No entanto a experimentação científica pesquisaria apenas a natureza física e química do fenômeno da eletricidade no corpo, reduzindo a ação de circunstâncias desprezíveis, como a coloração. Essa redução não foi fácil no início, mas torna-se cada vez mais ativa na técnica operatória contemporânea. Ciência se faz com o estudo objetivo racional do fenômeno. Assim, é preciso afastar as determinações primeiras, na maioria das vezes irracionais, para que o objeto científico, um objeto novo, “deixe aparecer a variável adequada” (FEC, p. 259) – o que se dá pelo princípio da desprezabilidade, que psicanalisa os aspectos de irrelevância científica dos fenômenos.

Um exemplo de desprezabilidade ocorre com os aparelhos de física contemporâneos. Um aparelho contém (ou é) um “sistema fechado”. Ele tem finalidade, função, usos específicos, determinados e nega outras aplicações, contrariando a ideia de interação fenomenológica indeterminada. O princípio da desprezabilidade é uma máxima da ciência, de seus objetos, de sua tecnologia. Como sistema fechado e delimitado, o aparelho científico:

É um complexo de telas, de invólucros, de imobilizadores, que mantém o sistema delimitado. Todo esse *negativismo montado*, que é um aparelho de física contemporâneo, contraria as flácidas afirmações de uma possibilidade de interação fenomenológica indeterminada. (FEC, p. 274).

O racionalismo não precisa captar o fenômeno por inteiro, com todos os seus detalhes. Assim, o espírito seleciona o que deve ser observado nos

fenômenos, desprezando os detalhes insignificantes, pois o importante é chegar ao nômemo do fenômeno, o que ocorre pela matemática, atestando-se, portanto, o valor nomenológico e apodítico da matemática na fenomenotécnica racionalista. Pelo princípio da desprezabilidade, o espírito capta apenas as variáveis fundamentais do fenômeno, as variáveis que entrarão na organização matemática, as variáveis rigorosamente nomenais e que podem passar à condição de objetos reais do pensamento.

Do estado científico para o estado pré-científico a desprezabilidade foi total. O espírito científico praticamente nada aproveitou da produção do espírito pré-científico. Nesse caso deu-se uma ruptura propriamente dita: rompeu-se definitivamente com teorias acientíficas. Tentando “reunir os elementos gerais de uma doutrina do conhecimento do objeto”, Bachelard apresenta como postulado central dessa proposta o conceito de “ruptura”, dizendo que “é preciso [...] aceitar uma verdadeira ruptura entre o conhecimento sensível e o conhecimento científico” (FEC, p. 294).

Já do estado científico para o novo espírito científico (do século XIX para o XX e fase contemporânea), ocorreram mais retificações que rupturas, no sentido de que a produção científica ainda subjaz na produção da nova ciência, como bem o demonstra a filosofia do não – e perfil e percurso epistemológicos a partir do primeiro racionalismo (até o racionalismo dialético ou surracionalismo). E no sentido de que a ciência comete erros, que são retificados, mas, como ciência, não apresenta mais pensamentos ingênuos e absurdos, que precisam ser extirpados pelo ato radical da ruptura.

Embora Bachelard empregue muito o termo “ruptura” em toda a sua obra, pode-se perceber, pelos contextos, que há uma diferença entre ruptura e retificação. A retificação remete à aproximação, num processo dentro da ciência. Portanto é importante fazer-se uma diferenciação entre ruptura e retificação. A ruptura ocorre especificamente em relação ao conhecimento comum, vulgar, ingênuo. Para expressar melhor essa diferença, parafraseamos o filósofo (com os conceitos de vigilância¹, vigilância², vigilância³) e estabelecemos a ruptura 1 e a ruptura 2 (com os números de tamanho e posição normais, porque não queremos passar a ideia de potência, mas de simples diferença). A ruptura 1 significaria cisão, separação, negação absoluta, rompimento total e ocorreria somente do conhecimento científico para o conhecimento comum ou vulgar (não-científico), ou seja, entre o estado

científico (séculos XIX e XX) e o estado pré-científico (do século XVIII para trás). O conhecimento não-científico (bem como o conhecimento comum) não comporta retificações e aproximações. Ele não se torna ciência. O conhecimento científico não nasceu dele, como um aprimoramento dele. Ao contrário, o conhecimento científico o negou totalmente a fim de se fazer (de a ciência se fazer). O conhecimento comum, vulgar, acientífico comporta ruptura e psicanalisação, mas não retificação – e psicanalisação radical, com o fim de se abolir tal tipo de conhecimento do âmbito científico.

Já a ruptura 2 seria sinônima de “retificação” e de “aproximação” e ocorreria dentro da própria ciência, que comporta erros e retificações, em um movimento dialético e sintetizador. A retificação dos erros da ciência é feita nos estados posteriores, nos estados propriamente científicos, nos séculos XIX e XX. Esse é o nível em que ocorre o erro. Porque antes não há exatamente erro. Mais do que erros, o estado pré-científico contém é um inventário de falsos conhecimentos, de enganos, de equívocos, de intuições infundadas e não provadas.

Assim, separamos também o “erro 1” do “erro 2”. O “erro 1” seria o verdadeiro erro em ciência, o erro retificável, cometido pelo cientista, o erro que será corrigido pelo mesmo cientista ou por outro da cidadela dos sábios, na mesma época ou posteriormente, no contínuo processo de retificação do conhecimento, que é construído por aproximações sucessivas até se chegar ao racionalismo dialético (surracionalismo) e à verdade apodítica dos objetos do conhecimento abstrato, objetivo, discursivo, matematizado. Já o “erro 2” seria algo totalmente psicológico; o espírito estaria completamente mergulhado no psicologismo. Soterrado, sem a mínima visibilidade do conhecimento objetivo. O “erro 2” seria a produção não-científica (equívocos, enganos, absurdos, fantasias) do estado pré-científico, por exemplo. O estado pré-científico produziu uma pretensa literatura do conhecimento que foi ignorada e desprezada pela ciência.

O “erro 2” pode até ocorrer ainda, em pleno estado científico, sendo cometido por algum espírito espúrio (que precisa ser psicanalisado) em relação à ciência. Tais erros são inaceitáveis por parte do espírito científico. Ou todos falam a linguagem única da ciência, ou ficam fora da seriedade da comunidade científica. Tal é o caso da quadratura do círculo, um pensamento indigno de ocupar os matemáticos sérios. Nas palavras de Bachelard:

Todo membro da comunidade matemática sabe muito bem que há “pessoas com quem não se discute”. A Academia de Ciências decidiu com justeza não mais discutir com os sonhadores que propõem a solução do “problema da quadratura do círculo”. Qualquer demonstração moderna da “quadratura do círculo” não passa de psicose, racionalmente falando. (RA, p. 38)

Bachelard continua:

No fundo, o espírito científico moderno traz o signo da homogeneidade de pensamento. Não se pode julgá-lo, a menos que admita participar dessa total homogeneidade. O diálogo entre o filósofo Kierkegaard e o matemático Abel – para falar apenas de um diálogo de mortos – seria diálogo de loucos. (RA, p. 38)

Na verdade, todos devem ser psicanalisados: autores antigos, cientistas, professores, alunos, filósofos, comentadores de Bachelard, etc. Casos como esse diálogo de loucos e a proposta da quadratura do círculo não são do realismo ingênuo (conhecimento comum) e também não são exemplos da ciência.

Quanto à quadratura do círculo, Barbosa, uma comentadora de Bachelard, tem outro entendimento sobre a questão. Essa autora diz: “A ciência trabalha com conceitos que são puras abstrações e muitas vezes não têm imagens. É o exemplo da quadratura do círculo” (1996, p. 38). O próprio Bachelard desconsidera qualquer discussão acerca da quadratura do círculo, por não ser uma questão científica. Então falar-se em quadratura do círculo é um erro que precisa ser psicanalisado.

Barbosa (1996) apresenta uma outra passagem que poderia exemplificar o erro 2. Ela usa linguagem vaga ao apresentar uma ideia, o que falha na precisão e pode cair no vazio do pensamento geral. Ela se refere a “temporalidades diferentes” em outro aspecto (diferente de Canguilhem):

Ao desmontar toda a tradição, Bachelard se insurge contra todas as formas de discursos universalizantes. Diante de um mundo micro e de um mundo macro, aparecem concepções de tempo que são justapostas, temporalidades diferentes levam a racionalidades diferentes. É preciso dar conta desta pluralidade. (1996, p. 10).

Destacamos primeiramente os termos “toda” e “todas”. Bachelard não analisou todas as formas de discursos universalizantes. Ele restringiu seu pensamento à história e à filosofia das ciências físicas. Ele psicanalisa o conhecimento comum, porém não discute ideias da psicanálise em si, como também não o faz em relação à filosofia e outras ciências do espírito em domínios que não sejam as ciências físicas. Por sua vez, as expressões “mundo micro” e “mundo

macro” também podem confundir um leitor desatento. Essas expressões sozinhas, no contexto da frase, podem ser empregadas em relação a quaisquer mundos (físicos, abstratos, sociais, etc.). Porém o micro em Bachelard é específico da microfísica, da teoria do átomo; portanto Barbosa deveria ter escrito “microfísica”. Os princípios da microfísica é que comandam o pensamento de segunda aproximação, criando uma nova física e uma nova química. Quanto a um mundo macro (seria da macrofísica?), este não entra nos estudos epistemológicos de Bachelard – pelo menos não nas seis obras que estudamos. O ponto alto da revolução einsteineana usado por Bachelard é ao nível da molécula e não do cosmo. E é com a microfísica (e não com qualquer mundo micro) que Bachelard mostra a revolução em física e química do pensamento de segunda aproximação, que é retificação em relação ao de primeira aproximação e ruptura em relação ao senso comum. Barbosa também não esclarece a relação que faz entre as “temporalidades diferentes” e “as concepções de tempo que são justapostas” e os conceitos de “micro” e “macro”. Escritos imprecisos como esses entram no “erro 2” cometido pelos comentadores e devem ser psicanalisados. Também em ciência, o “erro 2” cometido por algum espírito menos atento ou despreparado é descartado imediatamente pela sociedade dos cientistas.

Portanto o “erro 2” não tem entrada e espaço em ciência. É com o “erro 2” que ocorre a verdadeira ruptura. Por esse raciocínio, separamos erro de ruptura. Os dois não caminham juntos. Erro tem um sentido positivo, e ruptura tem um sentido negativo. Onde há erro (“erro 1”) não há ruptura, há retificação (outro conceito positivo). Dessa forma, o que acompanha a ruptura (ou “ruptura 1”) “é o “erro 2”. Os absurdos, as proposições impensadas, insensatas feitas sobre ciência. Rompe-se de vez com o conhecimento comum e pré-científico. Mas retifica-se o erro do cientista, porque é por retificações (de erros científicos) e aproximações (científicas) que se constrói a ciência. Bachelard explica que “É preciso, pois, aceitar uma verdadeira ruptura entre o conhecimento sensível e o conhecimento científico” (FEC, p. 294) – ele não fala que é preciso haver ruptura em erros científicos.

Pensamos, então, que em ciência não há exatamente ruptura. O estado científico se tornou refratário a erros grosseiros do senso comum. A ciência não aceita mais intromissões indevidas em suas teorias. Por isso não realiza mais rupturas (em si). O que existe em ciência é retificação do erro. O erro é científico. No estado pré-científico não houve erro porque não houve ciência – no estado pré-

científico (no seu todo) o que houve foi equívoco total. Todo erro é retificado, e por aproximações sucessivas garante-se a “continuidade” do saber científico (continuidade no sentido de permanência – permanência de conhecimento seguramente acumulado porque sancionado por equações matemáticas demonstradas, leis, axiomas, apoditicidades, verdades comprovadas, conceitos que se tornaram valores *a priori*). A tese epistemológica de Bachelard especifica a ruptura como um processo entre o conhecimento científico e o não-científico:

Com efeito, julgamos que o progresso científico manifesta sempre uma ruptura, perpétuas rupturas, entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, contanto que se aborde uma ciência evoluída, uma ciência que, exactamente por estas rupturas, leva a marca da modernidade. (MR, p. 241-242).

No conhecimento científico, vigoram a retificação e a aproximação sucessiva rumo à verdade aproximada de noções e conceitos, confirmando uma continuidade construída coletivamente pelos trabalhadores da prova. Essa continuidade (embora Bachelard se posicione contra o continuísmo simplista sobre o processo histórico científico) fica evidente com a Filosofia do Não, que realiza uma síntese entre duas ordens científicas, a clássica (do século XIX e de alguns espíritos anteriores, como Euclides, Aristóteles e outros) e a criada com a teoria da relatividade. Pelo princípio da Filosofia do Não a segunda ordem não nega nem contradiz a ordem anterior, mas somente a amplia, acrescentando, realizando uma “reorganização do saber numa base alargada” (FN, p. 189-190). A verdade também modifica de uma época histórica para outra. Sem traumas (uma palavra psicanalítica), sem regressões, sem estagnações. Trata-se de um processo científico saudável (outro termo da área da saúde), sem negativismos. Essa é a própria essência ontológica da ciência.

O conceito de ruptura vai de encontro à ideia de continuísmo em ciência, defendido por muitos. Assim, os pensamentos de Bachelard encontraram objeções principalmente da parte dos “partidários da *continuidade cultural*”, dos “*continuístas da cultura*”, conforme ele mesmo diz, apresentando quatro pontos de crítica dos continuístas (MR, p. 244).

O primeiro argumento dos continuístas é a continuidade da história. Equivocadamente relacionam a continuidade cronológica da história com a continuidade do conhecimento. Para eles, se a história é continuidade, a ciência também é continuidade. O axioma de epistemologia posto pelos continuístas era o

de que os começos são lentos, e os progressos são contínuos. O filósofo do século XX não pensa muito diferente. Ele julga inútil viver os novos tempos da ciência quando “os progressos científicos *rebentam* por toda a parte, fazendo necessariamente “rebentar” a epistemologia tradicional” (MR, p. 244).

Para os continuístas, a ciência é feita por meio de processos lentos, progressivos, contínuos – desde o raciocínio inicial, perdido na lonjura dos tempos. Esse argumento pensa em uma unidade contínua, como um livro, como uma linha de tempo. Realmente, quanto mais lentos são os processos, mais parecem contínuos. No entanto isso é uma ilusão, é uma ideia falsa. Bachelard contra-argumenta o continuísmo, dizendo que a cronologia da história pode ser lenta porque segue o tempo real. Mas nesse tempo lento homens sábios apresentam teorias revolucionárias, produzindo progressos vertiginosos na ciência. Uma prova disso é a mecânica de Newton, que surgiu em plena vigência do primeiro estado científico, não sendo compreendida pelo espírito pré-científico e pelo senso comum. Ou seja, Newton não era um autor do realismo ingênuo que, aos poucos, progressivamente, ao longo dos anos, foi mudando de ideia e chegou a produzir uma obra revolucionária, diferente dos seus primeiros escritos de nível vulgar. Em outras palavras: não há dois Newtons, um de antes e outro de depois. Newton nunca produziu obras de conhecimento comum anteriores à sua mecânica matemática revolucionária. Newton já apareceu como o Newton revolucionário em matemática e física.

Há muitos casos de “desenvolvimento espantoso”, de crescimento vertiginoso da ciência nos últimos tempos comprovando que o progresso científico não foi assim tão lento nem teve a continuidade da história. Os próprios cientistas reconhecem esse fato. Um deles, Hevesy, disse em 1948: “Para aqueles que viveram o desenvolvimento da radioatividade desde o seu início, a descoberta da radioatividade artificial parece um milagre” (MR, p. 245). A propósito da radioatividade artificial, outros cientistas, Polard e Davidson, “insistem igualmente no desenvolvimento espantoso, “the astonishing development”, do campo dos conhecimentos humanos”. Eles afirmam que, de 1933 a 1945 (em apenas doze anos), “o número dos rádio elementos artificiais passou de 3 para 300” (MR, p. 245). Nas palavras de Bachelard, outro cientista, F. B. Moon, no prefácio de seu livro *Artificial Radioactivity*, se desculpou por não poder fornecer uma lista completa dos corpos providos de radioatividade artificial, acrescentando: “O tema desenvolve-se

com tanta rapidez que semelhantes listas tornam-se rapidamente incompletas”. Bachelard arremata criticando a ideia da continuidade histórica do conhecimento:

A ciência da matéria cresce tão depressa que já não se consegue fazer o seu balanço. No meio de um tal fervilhar de descobertas, como se pode deixar de ver que qualquer linha de continuidade será sempre um traço demasiado grosso, um esquecimento da especialidade dos pormenores? (MR, p. 245)

Segundo Bachelard, os filósofos parecem impassíveis e inertes diante das rupturas, das aproximações em ciência, e não valorizam o esforço científico interno da técnica no progresso da ciência. Vale a pena transcrever as suas palavras até para manter a poesia das mesmas:

Esta proliferação extraordinária da ontologia materialista não pode, naturalmente, ser avaliada com justiça a partir do exterior. É por isso que o filósofo não se impressiona com este desenvolvimento espantoso. Ele lê e relê generalidades que condenam a técnica. Não presta qualquer atenção ao carácter eminentemente desinteressado de algumas investigações técnicas, não vê a sua beleza intelectual, permanece estranho à harmonia que se revela nesta multiplicidade de seres bem ordenados. Desumaniza, assim, um esforço prodigioso do espírito humano, o próprio esforço da cidade científica permanece um mundo a criar numa extraordinária novidade. (MR, p. 245)

Outros exemplos científicos céleres no tempo são: sessenta (60) isótopos descobertos ou criados em uma década; a descoberta de Joliot-Curie (exposta em uma fórmula enunciada em duas linhas); a molécula de hidrogênio; etc. A molécula de hidrogênio foi decisiva, provocando um progresso acelerado. Criticando os filósofos insensíveis a esses acontecimentos singulares em ciência, Bachelard escreve, citando uma frase (entre aspas) de um cientista, Edmond Bauer, que recorda “a memória fundamental de Heitler e London sobre a molécula de hidrogênio, publicada em 1927”:

“Esta memória marca uma autêntica descontinuidade na história da química. Depois dela, os progressos foram rápidos”. Nestes instantes inovadores, a descoberta tem uma grande pluralidade de conseqüências se abordamos, com toda a evidência, uma descontinuidade do saber. A molécula de hidrogênio já não é um simples pormenor do materialismo, um objecto de pesquisa como os outros. A molécula de hidrogênio, a partir da memória de Heitler e London, é um motivo de instrução fundamental, a razão de uma reforma radical do saber, um novo ponto de partida da filosofia química. Mas passa-se sempre a mesma coisa, o filósofo não aborda a zona das descontinuidades efectivas; e continua a afirmar tranquilamente a continuidade do saber. (MR, p. 246)

Além da continuidade histórica, um segundo tipo de objeção dos continuístas à ideia de descontinuidade do progresso científico (em relação ao senso

comum) é “atribuir os seus méritos a uma multidão de trabalhadores anônimos”. “Há muito quem goste de afirmar que os progressos estavam “no ar” quando o homem de gênio os trouxe à luz do dia”. Fala-se de modo vago e genérico em “atmosferas”, “influências”, sem se referir a fatos específicos e cientistas específicos, como se as coisas fossem naturalmente acontecer, de modo inevitável, sem a ação concreta de algum estudioso. Bachelard defende os novos tempos científicos contra esse filósofo que não compreende verdadeiramente o significado da ruptura. O espírito filosófico fica preso à noção de influência. E é verdade que os trabalhadores da ciência se agrupam, formando equipes e escolas, colaborando todos na investigação. Porém é preciso destacar a crítica, a inovação, os problemas, as contradições nas teorias científicas – o que comprova a tese da descontinuidade, a tese de que a ciência é feita por aproximações e rupturas, condições do racionalismo científico (que é contrário ao racionalismo sucinto). Nas palavras de Bachelard:

Mas o gênio de certos laboratórios é feito, simultaneamente, de crítica e de inovação. [...] As dialéticas proliferam. Alarga-se o campo das contradições possíveis. A partir do momento em que se aborda a região dos problemas, vive-se realmente numa época privilegiada por instantes privilegiados, por descontinuidades manifestas.

É assim que o racionalismo científico, que deve assinalar os progressos da experiência, cresce no sentido inverso do dogmatismo do racionalismo sucinto. (MR, p. 246-247)

Uma terceira forma de atuação do continuísmo no pensamento científico é a pedagogia, o ensino, que passa uma ideia de facilidade em ciência. Credo na continuidade entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, os adeptos dessa ideia a mantêm e reforçam. Eles não querem violentar o senso comum. Então fazem “sair do bom-senso, lentamente, suavemente, os rudimentos do saber científico” (MR, p. 247). Assim, nos métodos de ensino elementar, é passada uma ideia de leveza, de “ciência *elementar*”, de “*ciência fácil*”. Não se fala em ruptura, em contradições. Adiam-se as grandes dificuldades e os problemas científicos. “Considera-se um dever fazer que o estudante participe da imobilidade do conhecimento inicial” (MR, p. 247).

Evidentemente, devem ser criticados esses métodos do ensino elementar, a fim de que se penetre “no reino da cultura científica difícil”. Isso porque a ciência contemporânea é difícil, notadamente a química, que é difícil para cientistas, filósofos, estudantes. A ciência contemporânea é “verdadeiramente *difícil em si*” (MR, p. 247). Porém os historiadores das ciências, que são continuístas, não

enxergam essa dificuldade essencial. Eles objetam que todos os progressos foram difíceis ao longo da história. Argumentam que hoje os jovens, na escola, aprendem com facilidade aquilo que exigiu e exige um esforço extraordinário dos gênios solitários do passado e também dos atuais. No entanto nem sempre essa dificuldade foi assumida ou enxergada.

Em Química, por exemplo, até o final do século XIX, o estudo e o ensino da química exigiam principalmente memória e paciência. Dizia-se: “a química é apenas uma questão de memória”. “Eis precisamente o que ela não é”, contrapõe Bachelard. A dificuldade é racional, e a química é um reino novo de racionalidade. Porém, para Bachelard, a dificuldade da ciência contemporânea não é um obstáculo à cultura e sim um atrativo, sendo a “própria condição do dinamismo psicológico da pesquisa”, pois o trabalho científico requer exatamente que o investigador mostre e crie dificuldades.

Mas dificuldades com um aspecto diferente do senso comum: “o essencial é criar dificuldades *reais*, eliminar as falsas dificuldades, as dificuldades imaginárias” (MR, p. 249). Bachelard mostra a diferença entre as duas dificuldades, afirmando a descontinuidade também no aspecto da dificuldade. Há, portanto, dois tipos de dificuldade: um real (o do científico) e outro fictício e ideológico (o da alquimia). Segundo ele:

E eis aqui uma *descontinuidade* que não será fácil de apagar invocando um simples relativismo: de *fácil*, a química torna-se, subitamente, *difícil*. Torna-se difícil não só para nós próprios, difícil não só para o filósofo, mas verdadeiramente *difícil em si*. (MR, p. 247)

Quanto às falsas dificuldades, ficam por conta principalmente dos alquimistas, que tinham um gosto pelo mistério, propalando a dificuldade do seu trabalho a fim de serem mais valorizados. Cheios de si, os alquimistas mantinham, com orgulho, sobre si mesmos e seu saber, uma aura de dificuldade, mistério, onipotência, enigma, domínio do mundo. “O alquimista projectava o seu apetite da dificuldade, esse *para si* da dificuldade, numa espécie de *em si* do difícil” (MR, p. 249):

Com efeito, “as dificuldades da alquimia” representam, em comparação com as dificuldades do materialismo moderno, um puro anacronismo. Entre as dificuldades de outrora e as dificuldades do presente, existe uma total descontinuidade. (MR, p. 250)

Um quarto argumento a ser considerado na descontinuidade entre o conhecimento científico e o conhecimento comum é a linguagem. A mudança na

linguagem é uma das atitudes que a nova ciência adotou (e precisa adotar) para romper definitivamente com o conhecimento antigo (o conhecimento vulgar, do senso comum), que ainda não era científico. Assim, formou-se uma linguagem própria para as ciências físicas, como um jargão, sendo de domínio exclusivo dos especialistas da área. Segundo Bachelard, a linguagem da física, da química, da matemática não pode ser falaciosa como acontece nas ciências humanas, “nas ciências psicológicas” feitas pelos “espíritos desprevenidos”. Em constante evolução, a linguagem das ciências físicas é retificada, completada, diversificada. Criam-se neologismos e termos técnicos, em estado de revolução semântica permanente. Não há, portanto, uma transposição de linguagem do pensamento comum para o pensamento científico. Assim, há descontinuidade entre senso comum e ciência também no aspecto da linguagem.

Um caso interessante quanto à questão do uso da linguagem pela nova ciência, que às vezes precisa recorrer à linguagem e a imagens do senso comum, ocorreu com Niels Bohr, o grande físico atômico, que, ao expor algumas leis do núcleo do átomo, usou a expressão “gota de água” e as palavras “temperatura” e “evaporação”, que indicam fenômenos conhecidos pelo senso comum e outras áreas do conhecimento, mas que não representam o que ocorre no núcleo do átomo – onde não se mede temperatura, não há gotas de água nem evaporação de nada. Quanto à expressão “gota de água”, Bachelard cita o ponto de vista de outros físicos, que consideraram boa a imagem: “Esta imagem ‘ajuda admiravelmente (afirmam Pollard e Davidson) a compreender o como e o porquê da fissão” (MR, p. 251). Ele acrescenta depois de umas explicações da física:

Mas as palavras gota, temperatura e evaporação devem ser postas entre aspas. Para os físicos nucleares, estas palavras estão, de certo modo, tacitamente definidas. [...] Provocaria uma gargalhada geral quem perguntasse se a física nuclear fabrica um termômetro para medir “a temperatura” de um núcleo! (MR, p. 251)

Portanto, a linguagem científica é uma linguagem nova, específica, diferenciada, técnica, objetivamente relacionada a objetos específicos e de domínio da cidade científica. Trata-se de uma neolinguagem com termos próprios. Assim os cientistas se entendem facilmente, rapidamente. Se for preciso usar palavras da linguagem comum que já designam fenômenos do senso comum, essas palavras vêm entre aspas. No entanto não há um grande número de palavras entre aspas,

porque, em razão de objetos novos e noções novas, a nova linguagem surge já específica em seu contexto próprio.

A função das aspas é assinalar que a palavra foi retirada do senso comum e está sendo aplicada com um outro sentido, em outro contexto, ou seja, no âmbito da ciência. As aspas indicam mudança de método e de pensamento. Portanto as aspas são uma marca visível e intencional da ruptura e da descontinuidade, indicando consciência. Mais uma vez Bachelard merece ser citado:

As aspas revelariam uma das atitudes específicas da consciência científica. São solidárias de uma declaração de consciência de método. O termo entre aspas eleva o tom, que passa, para além da linguagem comum, a tom científico. Sempre que uma palavra da antiga linguagem é posta, pelo pensamento científico, entre aspas, isto significa uma mudança de método do conhecimento relativamente a um novo domínio da experiência. Pode-se dizer que, do ponto de vista epistemológico, é o sinal de uma ruptura, de uma descontinuidade de sentido, de uma reforma do saber. (MR, p. 251-252)

Fica evidente, dessa forma, a tese da ruptura e descontinuidade entre conhecimento científico e conhecimento comum, ponto central da epistemologia bachelardiana. Contrariamente à especulação, intuição, subjetivismo e generalizações ingênuas do conhecimento comum, baseados no concreto sensível imediato, o conhecimento científico abstrato circunscreve claramente o seu objeto, com outra linguagem, outros métodos, outro aparato técnico, outro pensamento.

Bachelard demonstra sua epistemologia analisando dezenas de exemplos de noções e conceitos científicos das ciências contemporâneas. Os exemplos, além de justificarem o racionalismo aplicado (denomina-se “aplicado” porque é erguido sobre fatos científicos, resultantes de experiências, de realização), têm ainda a função de um divisor de águas entre conhecimento não-científico e conhecimento científico. Ele afirma:

[...] cremos que é ao nível dos exemplos particulares que a filosofia das ciências pode dar lições gerais. É por isso que multiplicamos os exemplos ao longo de todos os nossos livros na esperança de que se reconheceriam as diferenças essenciais entre um conhecimento que se torna científico e um conhecimento que julga ter um estatuto definitivo ao nível da experiência comum. (MR, p. 260)

De fato, os exemplos, com os devidos comentários, marcam decisivamente a concepção (e demonstração) de ciência como ruptura, retificação, aproximação, descontinuidade – e ainda como construção, formação, aplicação, dialética, racionalismo, matematização e outros princípios defendidos por Bachelard em sua epistemologia.

Segundo o epistemólogo francês, conhecimento comum e conhecimento científico são tão diferentes e a ruptura entre eles é tão nítida que não podiam mesmo ter a mesma filosofia. Para o conhecimento comum a filosofia mais conveniente é o empirismo, enquanto que o conhecimento científico requer o racionalismo dialético com uma extensão de métodos. Bachelard afirma: “Assim, quando o conhecimento vulgar e o conhecimento científico registram o mesmo facto, este mesmo facto, por certo, não tem o mesmo valor epistemológico nos dois conhecimentos” (MR, p. 260). É o contraponto entre essas duas filosofias (metafísicas, epistemologias) que perpassa todo o trabalho epistemológico de Bachelard, culminando no racionalismo aplicado e no materialismo racional, que reúne empirismo e racionalismo.

1.5 O conhecimento aproximado: ciência se faz por retificações e aproximações sucessivas

Com a máxima “Vamos pois adotar como postulado da epistemologia o caráter sempre inacabado do conhecimento” (ECA, p. 17) e a intenção de “acompanhar o conhecimento em uma tarefa de refinamento, precisão e clareza” (ECA, p. 9), Bachelard defende o princípio do conhecimento aproximado. Ele mostra “o papel do conhecimento aproximado” em dois domínios específicos, física e matemática:

[...] em primeiro lugar nas ciências experimentais, em que o processo é necessariamente finito, depois nas ciências matemáticas, em que a aproximação parece sujeita a regras e é realmente e certamente progressiva, suscetível de desenvolvimento infinito. (ECA, p. 9)

A ideia de aproximação ele retirou de Newton, que a teria usado em matemática:

Fouret, em sua nota “Sobre o método de aproximação de Newton”, assim se expressa:

“A aplicação do método tão engenhoso e tão simples, proposto por Newton, para calcular por aproximações sucessivas as raízes das equações esbarrou durante muito tempo numa séria dificuldade [...] (ECA, p. 199)

O princípio do conhecimento aproximado é fundamental para se compreender a passagem do segundo estado do conhecimento (com o estado

científico, do século XIX, com o positivismo, a física clássica, a mecânica newtoniana, a geometria euclidiana, o conhecimento de primeira aproximação e a geometrização) para o terceiro estado do conhecimento (com a teoria da relatividade, que representou uma revolucionária retificação do período anterior) – já o período anterior não foi retificação do que o precedeu (o estado pré-científico), pois entre os dois ocorreu ruptura e não retificação nem aproximação.

O conhecimento científico é aproximado, nunca está completo e é realizado por aproximações sucessivas, em constante processo de retificação. E a aproximação é ampla, ocorrendo em todos os pontos. Logo, a aproximação se dá no conhecimento dos objetos das ciências físicas e em todas as noções empregadas para tratar do conhecimento, como: descrição, qualidade e quantificação (ordem, grandeza, medida, extensão); aproximações da realidade (que culminam na desrealização); passagem da incerteza para a certeza (porém nunca completa); conceitualização (os conceitos mudam); espírito geométrico (sucedido pelo espírito de refinamento); pensamento de primeira aproximação (sucedido pela segunda aproximação); matemáticas; técnica; verificação; etc.

Desde o realismo ingênuo a abordagem do real imediato sempre fora feita pela descrição, que é uma primeira atitude dos sentidos físicos, como os atos de ver, tocar, medir, pesar. Com a descrição mostram-se as qualidades e características dos objetos do mundo real, e assim tem-se a ilusão do conhecimento. Dessa forma, para o conhecimento, no contato com o real, descrever é muito importante. “Conhecer é descrever para re-conhecer” (ECA, p. 13). No entanto a própria descrição, tida como método de segunda classe, passa por um processo de aproximação, porque ela é fundamental em ciência, não pode ser desprezada, tendo na verdade que ser melhorada, como Bachelard anuncia: “devemos conferir todo o sentido à descrição inicial e não esquecer que a descrição é a finalidade da ciência. É dela que se parte. É a ela que se volta” (ECA, p. 14). Com a descrição chega-se a generalidades e obtêm-se conceitos. Portanto, inevitavelmente a descrição deveria passar por um processo de aperfeiçoamento ou refinamento.

Em níveis mais elementares de conhecimento do mundo físico, “a medida basta para simbolizar a descrição”. Já níveis superiores começam a abandonar a descrição, conforme declara Bachelard:

A descrição apresenta-se como uma definição provisória que fixa o objeto de estudo e esclarece a passagem gradual do conhecimento vulgar para o conhecimento científico. Este só parece começar com o emprego de

métodos de comparação e de localização que se tornam tão precisos e refinados que se caracterizam como diferentes dos métodos descritivos, tanto em seu princípio quanto em seus resultados. (ECA, p. 54)

Na descrição, a medida era fundamental: “Quem quiser crer no real meça-o” (ECA, p. 56). A precisão descritiva e de medida, usando uma matemática simples, dava certeza do real. Com isso formou-se uma ontologia (positivista) do ser físico. “Essa ontologia deve sua solidez à pobreza de seu princípio” (Idem, p. 57). Dessa forma, criou-se o “sofisma ontológico”, definindo o ser pela aparência, com qualidades múltiplas, com excesso de predicados e de descrição. Era uma atitude epistemológica prolixa, à qual faltava objetividade e que impedia o futuro da ciência.

No entanto, o qualitativo será suplantado pelo quantitativo, com o uso de uma matemática mais complexa, o que significa um grande avanço em ciência. Trata-se de uma outra situação: menos descritiva, restringindo-se o número de predicados (expressos em palavras). O objeto agora resiste ao movimento qualitativo geral e se fixa melhor. O espírito começa a conhecer o real mais pela quantificação, isto é, cada vez mais a ciência passa a se fazer com a matemática (a ciência organizadora do conhecimento físico).

Aos poucos a matemática foi afastando (ou empanando) a ideia da ontologia do ser – o que se significa outro tipo de aproximação e não exatamente ruptura, até porque a ontologia não desapareceu de vez, como acontecera, por exemplo, com as teorias cosmogônicas do período pré-científico ou as crenças e práticas da alquimia. O novo pensamento enaltece o número e representa a saída da metafísica anterior.

A tese de conhecimento aproximado se justifica porque “o ato de conhecimento não é um ato pleno”. O conhecimento nunca está pronto, a incerteza é presença constante em ciência. Dessa forma, o conhecimento fica no estado de fluxo permanente, num processo dialético, sendo fruto de reflexão, criação e retificação contínuas, e cada vez mais distante da sua origem sensível. Assim, a retificação é mais que a correção de experiências frustradas, ela é “o princípio fundamental que sustenta e dirige o conhecimento e o instiga sem cessar a novas conquistas” (ECA, p. 19).

É desse modo que a ciência conceitua objetivamente os objetos, vencendo incertezas e apreendendo o real com processos mais refinados. Portanto a conceitualização é um esforço de objetividade, visando à generalização. E não é

fácil conceituar, havendo a dicotomia continuidade/descontinuidade na formação dos conceitos, que nunca ficam totalmente prontos. “Afim, a conceptualização sempre nos aparece como essencialmente inacabada” (ECA, p. 31). A aproximação acontece também na formação dos conceitos. E a aproximação, nas ciências físicas, se dá pela matemática: “E quando tivermos exposto os métodos experimentais que esmiúçam mais a descrição dos fenômenos, será para a matemática que vamos orientar nossa pesquisa” (ECA, p. 47).

O grande processo de aproximação ocorre entre o pensamento “de primeira aproximação” (positivismo, física clássica) e o pensamento “de segunda aproximação” (racionalismo, dialética, física relativista). Na primeira aproximação vigoram os métodos experimentais positivistas, com um tipo de matemática; na segunda dominam os métodos racionalistas dialéticos, com uma matemática também diferente.

Assim, no reino da microfísica, do “microfenômeno”, do “infinitamente pequeno”, da “micromedida”, da “ultramicro métrica”, ocorre uma divergência no espírito referente ao choque entre primeira e segunda aproximações da realidade física. Nesse ponto fica evidente a filosofia da aproximação. O pensamento científico primeiro ainda não atingira o nível do pensamento segundo. Por sua vez, o segundo, uma vez atingido, deve abandonar o primeiro, sob pena de se perder no novo campo de pesquisas da microfísica. Bachelard atesta:

Um conhecimento de primeiro exame deve, para ser correto, desprezar necessariamente a segunda aproximação. Não se trata apenas de uma necessidade pragmática. Se assim fosse, não seria tão difícil penetrar na segunda aproximação. [...] Para registrar os microfenômenos, são necessários enquadramentos diferentes daqueles dos fenômenos maciços. [...] O inimigo do cientista no domínio da segunda aproximação são os hábitos científicos que ele adotou ao estudar a primeira. (ECA, p. 71-72)

Dessa forma, medida, extensão, proporção (proporcionalidade) vão se alterando no pensamento científico por meio da matemática, com equações cada vez mais complexas, demonstrando o conhecimento aproximado – um “movimento de aproximação racional” (ECA, p. 104). Critica-se a simples enumeração (que é cartesiana). Assim, há também aproximação epistemológica em outro aspecto: o processo da simplificação à complicação, em busca da verdade científica, “pelos diversos capítulos da física”, com o espírito passando de uma fase analítica para uma fase sintética. Ainda não se compreende direito a microfísica:

Aliás, no que se refere ao infinitamente pequeno na física, o material de uma explicação coerente com a grandeza ainda não foi forjado; as metáforas a esse respeito ainda são pesadas e carregadas de matéria primitiva. (ECA, p. 110)

Na primeira aproximação (positivista) as ciências físicas ainda trabalhavam muito com o raciocínio indutivo, com a previsão, na construção de seus conceitos. Bachelard cita o exemplo do chumbo: se não for garantido que sempre fundirá a 335°, não se pode construir o conceito de chumbo. Assim chegava-se a generalidades sobre os fenômenos do mundo físico.

Porém a indução não satisfaz em planos mais refinados do conhecimento físico. Esses planos exigem uma matemática mais complexa – a matemática abstrata, a matemática pura. No processo do conhecimento aproximado, cada fase científica cria seu método, sua lógica, sua matemática. A matemática da probabilidade e estatística – da equiprobabilidade – mesmo complexa para essa área, não será a mesma da microfísica.

Igualmente o avanço da técnica se deu por aproximação – acompanhando a ciência e a matemática. No entanto há um paradoxo entre o conhecimento, que é sempre irrealizado, e a técnica, que se realiza em seus produtos. O desenvolvimento industrial é visto com bons olhos e dá ao cientista segurança e confiança em seu trabalho. Ocorre uma “progressiva matematização da técnica”, demonstrando-se que a técnica é produto do intelecto científico. Portanto, na filosofia da aproximação em ciência e na matemática, fica claro que cada domínio segue a sua dialética interna e uma racionalidade diferente, havendo em todos, porém, o ideal de rigor, de exatidão, de precisão.

A técnica tem um aperfeiçoamento mais visível e aquilatável, pois segue outros tipos de interesse: o desejo, o valor, a obrigatoriedade, a funcionalidade, a finalidade. Na indústria técnica, sob a teoria da montagem racional e da “harmonia industrial”, o mecânico, o engenheiro e um setor de produção controlam a calibragem, o arremate das peças, a qualidade, correspondendo à exigência de uma “sociedade técnica”, tendo em vista os resultados sociais e os êxitos financeiros. A descrição ainda está muito presente na técnica, sendo o progresso técnico uma tarefa do empirismo. Dessa forma, a técnica goza da liberdade da mecânica industrial, do avanço da tecnologia moderna, da linguagem das máquinas.

O conhecimento aproximado se deu também na matemática. A matemática teve a sua arbitrariedade, o seu realismo inicial, principalmente na fase da aritmética. Mas ela se liberta do descritivo, da matéria, da indução; busca o rigor e leva à reconstrução do dado e do conhecimento, sendo, pois, um pensamento totalmente rigoroso e dedutivo. Isso significa a aproximação em matemática, acompanhando (ou produzindo) a aproximação nas ciências físicas: “A matemática se liberta da matéria que ocasionou sua rápida expansão. [...] Ela tem uma nova preocupação: o rigor. O número é, então, o meio mais adequado para analisar devidamente a ação do espírito em sua tarefa de reconstrução” (ECA, p. 175).

Assim, tendo uma origem experimental, os conceitos da matemática são nos séculos XX e XXI o suporte da física e principalmente da microfísica, pois o real ainda está presente na geometria infinitesimal, porém em um pensamento refinado e rigoroso de segunda aproximação.

Quando se considera a matemática em sua adaptação à teoria física, é impressionante o impulso que ela recebe da matéria que está estudando. [...] uma geometria infinitesimal rege o real. [...] Quando se aproximam os campos da matemática e da física, racionaliza-se o real e, em contrapartida, realiza-se o geométrico. (ECA, p. 191)

O conhecimento aproximado em matemática é perceptível da aritmética (ciência da ordem, da quantidade, dos conjuntos, dos corpos de números e outros seres matemáticos) à matemática moderna, à matemática pura das equações insolúveis (de aproximação indefinida). Segundo Bachelard, “precisamente as equações insolúveis no domínio da racionalidade dos números fracionários é que agora interessam, pois é por elas que se enriquece a matemática, acrescentando-lhe novos seres” (ECA, p. 196).

A aproximação em matemática vai ao infinito: “O infinito se introduz sem estardalhaço nas aproximações teóricas das quais acabamos de dar exemplos” (Idem, ECA, p. 219). Para relacionar as noções de infinito e aproximação, Bachelard aborda antes outros conceitos, como os de contínuo e descontínuo (“que o contínuo e o descontínuo se confrontem irreduzivelmente não é nenhuma surpresa”), já em referência à matemática da teoria da relatividade. A matemática da relatividade e da quântica propõe as negatividades, como o demonstra o princípio de indeterminação de Heisenberg. Na matemática, domínio do pensamento científico mais fecundo e rigoroso, a aproximação está sujeita a normas, sendo progressiva e suscetível de um desenvolvimento infinito.

Para designar a sua filosofia da aproximação, Bachelard apresenta o neologismo “aproximacionalismo” (um “esquema racional do irracional”), que é a retificação e a objetivação paralelas e constantes. Com o aproximacionalismo, a ciência tem mais condições de afastar a irracionalidade do dado real e alcançar o conhecimento objetivo.

Assim, a “dinâmica epistemológica” para se fazer conhecimento e ciência é muito complexa. Tal dinâmica é dualista, juntando teoria e experiência, pois lógica e pragmatismo devem manter constante atuação coordenada. Na dinâmica epistemológica, não há imobilidade do objeto, nem pode haver imobilidade do sujeito; a abstração é reificada, mas a substância tem que levar ao conhecimento abstrato matemático; pergunta e resposta devem ser coerentes e correspondentes para garantir a fecundidade do pensamento; não basta uma única operação, sendo necessárias várias, pois a realidade comporta e requer verificações múltiplas, devido à multiplicidade do seu aspecto; realidade e contato se determinam mutuamente; o conhecimento deve ser constantemente avaliado, pois conhecimento de aproximação progressiva requer avaliações também múltiplas e progressivas; e é fundamental uma relação dialética entre sujeito e objeto.

A dinâmica epistemológica mostra a filosofia da aproximação. Nessa dinâmica, a ontologia e o fim do conhecimento se definem necessariamente pelo avanço e progresso da ciência. E “todo progresso deve ser um progresso consciente” (ECA, p. 268). Disso o sujeito tem que ter plena consciência. Dessa forma, “é por uma troca sem fim, e nos dois sentidos, entre objeto e sujeito que o conhecimento cresce” (ECA, p. 268).

Evidentemente, a aproximação se dá também na verificação. Não se faz conhecimento sem verificação. Portanto a verificação é “elemento da representação”, elemento orgânico e decisivo no processo. Na verificação do conhecimento, impera a mesma filosofia da aproximação, sendo que a verificação aproximada começa no pragmatismo (empírico) e atinge o nível superior da racionalidade quantitativa e matemática.

Segundo Bachelard, a verificação é a “transcendência” das provas. Várias provas podem levar a uma “certeza composta” sobre o conhecimento. Dessa forma transcende-se o domínio da explicação e atinge-se o nível ontológico (do ser) (ECA, p. 274), que é a realidade e o conjunto da representação. Somente um conjunto de verificações (uma “convergência de verificações”) pode oferecer um “grau de

precisão”, pois “um êxito parcial é prova fraca” e somente “valida um pensamento particular”.

Esse tipo de verificação é imprescindível no nível do pragmatismo e do senso comum, que necessitam da qualificação; nesse nível ocorre a verificação aproximada, progressiva. Em um nível superior, no nível da quantificação (matematização), a verificação perde em importância, necessidade e sentido. Porém isso confirma a ideia de que o próprio processo da verificação também passa pelo “aproximacionalismo”. Saindo do primeiro nível, a verificação é desnecessária: “a partir daí, validação e verificação deixam de ser sinônimos” (ECA, p. 274). O conhecimento “já não pode ser rigorosamente verificado” (ECA, p. 274).

Bachelard reconhece a importância do pragmatismo como um estado inicial relevante do conhecimento para “organizar as massas experimentais”. Porém o pragmatismo maneja apenas ideias muito simples, não é dialetizável, “não resiste a um estudo de segunda aproximação” (ECA, p. 275), não chega à microfísica nem dá conta da análise da complexa realidade do objeto. A epistemologia que dá conta do fracasso, do detalhe, da contradição, da irracionalidade e complexidade do objeto é o racionalismo – que capta a lógica do real e chega à objetividade.

Só com a aproximação se pode captar o real, por isso não se faz ciência sem a aproximação. Bachelard escreve a esse respeito:

A realidade é o polo da verificação aproximada, é, em essência, o limite de um processo de conhecimento, e só podemos defini-la corretamente como o termo de uma aproximação.

Logo, a aproximação é a única feição fecunda do pensamento. (ECA, p. 279)

Se o pragmatismo fracassa diante da microfísica, o racionalismo também tem dificuldade em lidar com ela, sente insegurança, por isso cria uma microepistemologia especial – senão o reino da microepistemologia se equipara à contingência e à realidade (que contém o irracional). Na microfísica, esse nível do conhecimento, o erro (erro essencial) e a incerteza são tão presentes, que é como se se instaurasse a contingência – uma contingência diferente, que transmite insegurança, mas que age como um elemento positivo. Bachelard escreve:

Essa contingência existe, vemos que está inscrita, como fato evidente, no microcosmo. Por outro lado, ela é necessariamente prevista na microepistemologia, já que nela nunca podemos desprezar o erro e nos falta um padrão para apreciá-lo *positivamente*.

[...]

Na física, o indefinido acarreta portanto o contingente. (ECA, p. 282)

Na microfísica “a irracionalidade do devir chega ao máximo”, e a “relação diferencial” (ECA, p. 284) passa a ser o mais importante. Isso porque a microfísica provocou o maior impacto de todos os tempos na filosofia, na metafísica, na epistemologia. Bachelard diz: “O infinitamente pequeno é o centro geométrico do nosso assombro” (ECA, p. 286); isso porque “a molécula obedece quando quer” (ECA, p. 293).

Se a microfísica revolucionou o mundo da ciência, sua incógnita trouxe também um impasse epistemológico à filosofia da ciência. Na dialética entre teoria e experiência, necessária à ciência, os objetos da microfísica deixam frustração no cientista, porque muita coisa ainda não se pode provar.

Portanto, aproximação e retificação são parte essencial do trabalho da ciência diante da realidade a desvendar e do progresso científico a ser atingido. Na esfera das ciências físicas, o domínio organizador é a matemática. Para Bachelard só a matemática, uma constante “aproximação matemática”, em retificação indefinida (a retificação como “a verdadeira realidade epistemológica”, como “o pensamento em ato”), pode “designar a coisa em si” nas ciências físicas – a “coisa em si, fina e pura como um número”. Nessa epistemologia, a aproximação é um ponto central: “A aproximação é a objetivação inacabada, mas é a objetivação prudente, fecunda, verdadeiramente racional, pois é ao mesmo tempo consciente de sua insuficiência e de seu progresso” (ECA, p. 300).

Sob os fundamentos de uma “dinâmica epistemológica” ou “movimento epistemológico” que envolve uma “pluralidade epistemológica”, o conhecimento vai sendo (re)construído, em contínuo processo de retificação, tendo os erros o relevante papel positivo de oportunidades de retomadas progressivas e não de fracassos. Bachelard acredita que “tal teoria do conhecimento parece preservar-se em relação a todas as partes” (ECA, p. 261). A passagem da física tradicional para a física quântica é aproximação em ciência; e a passagem de epistemologias anteriores para o racionalismo aplicado é aproximação em filosofia da ciência. Todas as aproximações conduzem ao devir da ciência, num processo sem fim, porque essa é a natureza da ciência.

A ciência se processa por aproximações sucessivas (conhecimento aproximado), obtendo maior realidade das ideias e maior generalidade com “uma intuição muito trabalhada”. “É estendendo ao extremo uma ideia que lhe captamos a compreensão máxima” (RA, p. 112).

Um exemplo de conhecimento aproximado que ele dá é a extensão do teorema de Pitágoras em várias fases e sob a análise de diferentes autores, demonstrando a “pitagoricidade” do triângulo retângulo. Então ele apresenta o conceito de “privilégio epistemológico”. Prova pelo método do conhecimento aproximado o privilégio epistemológico desse teorema (a sua pitagoricidade comprovada após diferentes abordagens). E entra com mais três ideias: “deveria ter sido previsto”, “tempo lógico”, “intuição do discursivo”. Como que antecedendo no tempo, o cientista deveria ter previsto a pitagoricidade inegável do teorema de Pitágoras, tendo uma intuição da discursividade desse teorema, entrando em um tempo lógico, que não é o mesmo tempo cronológico.

Aqui cabe uma observação crítica a Bachelard: a história mostrou que não se pode apressar o tempo da ciência. O tempo lógico é atemporal. O espírito não tem condições de antever o devir de uma noção científica e afirmar a sua verdade aprioristicamente às provas. Pitágoras estava certo, mas, somente depois de tanto tempo cronológico e tanta demonstração matemática, a certeza e a verdade sobre esse teorema representam uma máxima do racionalismo aplicado: a reconstrução e reorganização do conhecimento, por aproximações sucessivas, até se chegar a uma apoditicidade. A “intuição do discursivo” é, portanto, uma metáfora ou uma pretensão, porque o discursivo em ciências físicas não é intuição, é construção indutiva. E a intuição científica genial existe, porém a história mostrou que tal intuição é apanágio de alguns poucos espíritos inexplicavelmente privilegiados que impulsionam a ciência. Somente releituras, experimentos e expansões posteriores de outros cientistas comprovaram a apoditicidade de teorias que ficaram incompreendidas ou foram aceitas como verdadeiras sem a devida compreensão no seu tempo cronológico. Bachelard afirma com o olhar de epistemólogo da história da ciência:

A epistemologia ensina-nos uma história científica tal como *deveria ter sido*. [...] Deveria ter sido previsto que a *pitagoricidade* estava inscrita no triângulo retângulo. [...] A epistemologia situa-nos, então, num *tempo lógico* (...) num tempo lógico que não tem mais as delongas da real cronologia. [...] Atingimos, assim, a *intuição do discursivo*. (RA, p. 114)

A intuição do discursivo torna-se uma exigência para a cidade científica no nível da segunda aproximação, ou seja, para a nomenologia sintética do racionalismo aplicado. Bachelard escreve:

A intuição intelectual multiplica as clarezas da intuição sensível. Os mais modestos problemas da experiência científica repetem sempre a mesma lição filosófica: compreender um fenômeno novo não é simplesmente acrescentá-lo a um saber adquirido, é reorganizar os próprios princípios do saber, de modo que os princípios adquiram bastante luz e que se possa dizer: deveríamos ter previsto o que acabamos de ver. (RA, p. 178)

Assim, a intuição do tempo lógico só vem mesmo quando esse tempo é atingido, vem, portanto, depois de diversas aproximações do objeto. Antes disso, os vários sujeitos que enfrentam os objetos tateiam, buscando, sem conseguir enxergar direito, a verdade. Mas finalmente a verdade é atingida. Existe uma verdade nos objetos das ciências físicas – verdade provada pela matemática – e ela só é encontrada com o conhecimento aproximado objetivo do racionalismo ativo. Esse é o nível da intuição do discursivo (um discursivo escrito com a matemática nas ciências físicas contemporâneas). Então o “deveríamos ter previsto o que acabamos de ver” de Bachelard deveria ser completado com a seguinte ideia por um “mas não vimos antes das aproximações e retificações”, reconhecendo-se ao mesmo tempo a apoditicidade do objeto e o esforço científico do sujeito.

Portanto, sob o “princípio de identidade”, da “identidade continuada”, pelo método indutivo do racionalismo aplicado, por meio de extensões de teorias e teoremas, com retificações da noção inicial, pode-se chegar a uma generalidade segura. Essa é a epistemologia do racionalismo aplicado, do racionalismo indutivo, dinâmico, ativo, dialético e retificado – em síntese: a “apoditicidade continuada”.

Enfim, a noção de conhecimento aproximado está presente em todo o movimento das ciências físicas, pois o conhecimento científico evolui por aproximações sucessivas, ideia que Bachelard expressa em toda a sua obra epistemológica, com os vários conceitos que apresenta (rupturas, erros, retificações, psicanalizações, dialetizações, primeira e segunda aproximação, etc.), relacionados em torno da noção de construir o saber progressivamente. E essa dialética interna das ciências físicas foi compreendida por meio das racionalidades ativas e dinâmicas características das etapas históricas da evolução da ciência.

1.6 Perfil epistemológico das noções científicas: percurso por várias filosofias

O conceito de perfil epistemológico comprova a tese de Bachelard de que o conhecimento em ciências físicas é feito pelo princípio do conhecimento aproximado. O conhecimento apresenta rupturas e retificações que conduzem a sucessivas alterações em um objeto científico ao longo do tempo, o que é catalogado pelas diversas filosofias. Para demonstrar a noção de perfil epistemológico, Bachelard usa um objeto da física, o conceito de “massa”. Com o título de “massa: um conceito científico sob diversas metafísicas”, ele demonstra como esse conceito se alterou aos olhos de várias filosofias: animismo, realismo, positivismo, racionalismo simples, racionalismo complexo, racionalismo dialético – passando por todas elas. A diversificação do conceito de massa mostra uma escala evolutiva da epistemologia e da ciência (mesmo com rupturas no processo, o que não invalida, aliás, só confirma a continuidade, porque a ruptura faz parte do processo), encerrando uma perspectiva filosófica completa, abrangendo todas as filosofias da ciência. Bachelard declara: “Mostraremos que a evolução filosófica de um conhecimento científico particular é um movimento que atravessa todas estas doutrinas na ordem indicada” (FN, p. 26): animismo, realismo, positivismo, racionalismo simples, racionalismo complexo, racionalismo dialético. Ele ainda junta esses dois últimos racionalismos sob um termo diferente (ultrarracionalismo²): “O racionalismo complexo e o racionalismo dialético podem aliás ser mais brevemente reunidos sob a designação do ultra-racionalismo” (FN, p. 25).

Segundo Bachelard, “os conceitos científicos não atingiram todos o mesmo estágio de maturidade”, estando eles em diferentes perspectivas filosóficas (animismo, realismo, positivismo, racionalismo, etc.). Diante disso, a filosofia do espírito científico não pode mesmo ser uma filosofia homogênea (FN, p. 26). Assim, há uma evolução das diversas epistemologias paralelamente ao progresso científico, uma evolução determinada pela ciência.

Ele anuncia: “É sobre o conceito científico de *massa* que pretendemos fazer a nossa demonstração da maturação filosófica do pensamento científico” (FN, p. 29). Esse conceito é ideal para expor todo o ciclo evolutivo da filosofia do

² Embora nessa tradução de Bachelard seja usado o termo “ultrarracionalismo”, ele não é considerado o melhor, sendo preferível “surracionalismo” para o mesmo conceito.

conhecimento porque ele atingiu o ponto máximo da escala evolutiva, indo do animismo ao surracionalismo com a teoria da relatividade. Bachelard declara:

Dado que o conceito de massa, já integrado no racionalismo complexo da Relatividade, encontrou recentemente na mecânica de Dirac uma dialéctica clara e curiosa, ele afigura-se-nos com uma perspectiva filosófica completa. Eis pois os cinco níveis sobre os quais se estabelecem filosofias científicas diferentes e, evidentemente, ordenadas, progressivas. (1976, FN, p. 30) (grifo nosso)

A primeira noção de massa, a noção animista, é grosseira, estando a massa ligada à visão e ao volume. Para o senso comum o volume é muito importante, assim o maior fica sendo o melhor e o mais cobiçado. Essa primeira noção de massa logo foi tida como incorreta pela ciência. Mas em toda noção científica sempre há erros a corrigir, e o espírito deve ser psicanalisado antes de se comprometer num conhecimento objetivo.

O segundo nível de estudo da noção de massa é o empírico, ligado à objetividade instrumental, com o uso, por exemplo, do instrumento balança. No caso da balança, “o instrumento precede a teoria” – o que não acontece na “física realizada e “concretizada” atual, de essência racional, em que “a teoria precede o instrumento” (FN, p. 35). A balança foi utilizada antes que se conhecesse a teoria da alavanca (que é um teorema matemático, conforme ele declara em outra obra (*Ensaio sobre o conhecimento aproximado*). Ele escreve: “Então, o conceito de massa apresenta-se directamente, como que sem pensamento, como o substituto de uma experiência primeira que é decidida e clara, simples e infalível” (FN, p. 35). Cria-se uma “conduta da balança”, simples, clara, segura, positiva, pragmática, que atravessa gerações, como uma experiência fundamental. O pensamento realista era uma referência que legitimava qualquer teoria. Bachelard define assim o realismo, associando realismo e empirismo: “Um pensamento empírico associado a uma experiência tão peremptória, tão simples, recebe então o nome de pensamento realista” (FN, p. 36).

A dialéctica talvez não poderia ter surgido nessa fase do realismo. O espírito pré-científico desconhecia o verdadeiro conceito dos corpos imponderáveis (que não se podem pesar) e também a lei da gravidade. Se se tentasse uma dialéctica da ciência nessa fase, ela seria “prematura, mal instruída”, pois operaria “sobre as coisas em vez de operar sobre axiomas”. Bachelard (FN, p. 33) diz “Daqui extraímos um argumento para situar a filosofia dialéctica para além do racionalismo,

como uma flexibilização do racionalismo. A utilização de uma dialéctica ao nível do realismo é sempre incerta e provisória”.

O próprio teórico racionalista cede muitas vezes a condutas realistas, porque “na sua vida comum ele é efectivamente realista” e também tem que lidar e ser compreendido por simples experimentadores, que entendem melhor a linguagem realista e empírica. Bachelard confirma: “De forma que os valores racionais são tardios, efêmeros, raros” (FN, p. 36).

Porém, mesmo nesses dois níveis básicos (animismo e realismo), despontam as contradições. A noção de massa às vezes traz decepções. A primeira contradição no conceito de massa surge entre extensão, peso e valor. Nem tudo que é grande é pesado, e nem tudo que é grande e pesado é valioso. Contradições como essa são de grande importância para o conhecimento: “A primeira contradição é então, como sempre, o primeiro conhecimento”; começa-se a compreender que o maior não é necessariamente o mais rico” (FN, p. 30).

Finalmente o conceito de massa começa a receber as primeiras definições realmente científicas. O terceiro conceito sobre massa, o racional, “ganha toda a sua clareza no fim do século XVII quando nasce, com Newton, a mecânica racional. É a época da *solidariedade nocional (notionnelle)*” (FN, p. 37). O conceito de “solidariedade nocional” passará a ser fundamental em ciência porque ficará provado que os fenômenos do real guardam uma relação entre si, de modo que um afeta necessariamente outro, formando um conjunto. Bachelard expõe usando a linguagem científica da mecânica:

A noção de massa define-se então num *corpo de noções* e já não apenas como um elemento primitivo de uma experiência imediata e directa. Com Newton a massa será definida como o quociente da força pela aceleração. Força, aceleração, massa estabelecem-se correlativamente numa relação claramente racional dado que esta relação é perfeitamente analisada pelas leis racionais da aritmética. (FN, p. 37)

A matemática começa a dominar a teoria científica – processo que só tenderá a crescer. O realista não juntaria as noções de massa, força e aceleração, conforme declara Bachelard, em explicação científica específica:

Do ponto de vista realista, as três noções são o mais diversas possível. Reuni-las numa mesma fórmula pareceria um procedimento mais ou menos artificial, que em nenhuma ocasião poderia receber o qualificativo de realista. (FN, p. 37)

E sobre a diferença do conceito de massa no realismo e na mecânica de Newton (que anuncia o devir da ciência):

Em particular, a noção de massa, tão claramente realista sob a sua forma primeira, é de certo modo tornada subtil quando se passa, com a mecânica de Newton, do seu aspecto estático ao seu aspecto dinâmico. Antes de Newton, estudava-se a massa no seu *ser*, como quantidade de matéria. Depois de Newton ela é estudada num *devir* dos fenômenos, como coeficiente do devir. (FN, p. 38)

Assim, a “complicação filosófica” ocorre pela correlação de noções científicas. No caso, três noções (força, aceleração e massa). “Aliás, a partir da existência da correlação, poder-se-á deduzir uma das noções, seja ela qual for, a partir das outras duas” (FN, p. 38). A mecânica dinâmica é toda racional; possui uma matemática especial que racionaliza a experiência; situa-se num valor apodítico; permite deduções formais; permite um campo indefinido de abstrações; exprime-se por meio de diversas equações simbólicas. Afirma, assim, a sua apoditicidade.

Bachelard compara a mecânica de Newton ao racionalismo de Kant, porque os dois possuem um *a priori* consolidado, com a mesma força de validade, força de lei, força axiomática:

A mecânica racional conquistou rapidamente todas as funções de um *a priori* kantiano. A mecânica racional de Newton é uma doutrina científica já dotada de um carácter filosófico kantiano. A metafísica de Kant instruiu-se na mecânica de Newton. (FN, p. 40)

E declara sobre a mecânica racional de Newton (FN, p. 41): “o racionalismo newtoniano dirigiu toda a Física matemática do século XIX”; ela “satisfaz o espírito independentemente das verificações da experiência”; Newton escolheu como elementos fundamentais da sua teoria o “espaço absoluto, tempo absoluto, massa absoluta”; esses elementos formam “a base dos sistemas de medida, como o sistema c. g. s., que servem para medir tudo”; “estes elementos correspondem àquilo a se poderia chamar *átomos nocionais (notionnels)*”; “eles são os *a priori* da filosofia métrica”; “tudo que se mede deve e pode depois apoiar-se nestas bases métricas”.

Porém o sistema newtoniano ainda é “fechado” e não é o ideal em ciência, representando apenas o começo do processo do racionalismo em física. Então Bachelard anuncia um novo estágio:

Mas eis que, com a era da Relatividade, surge uma época em que o racionalismo, essencialmente fechado nas concepções newtonianas e kantianas, vai *abrir-se*. Vejamos como se realiza esta *abertura* a propósito da noção de massa. (FN, p. 41)

E expõe a oposição entre “externo” e “interno” para mostrar a abertura que garante a evolução do conceito de massa:

A abertura realiza-se, por assim dizer, no interior da noção. Consta-se que a noção de massa tem uma estrutura funcional interna, ao passo que até então todas as funções da noção de massa eram de certo modo externas dado que só se encontravam em composição com outras noções simples. (FN, p. 41)

Referindo-se ao plano interno do conceito, ele apresenta princípios da teoria da relatividade, afirmando a nova complexidade (FN, p. 42): “a noção de massa só é simples em primeira aproximação”; a massa tem relação com a velocidade; “a massa de um objeto é [...] relativa ao deslocamento desse objeto”; “o repouso absoluto não tem significado”; “também é falha de significado a noção de *massa absoluta*”; “é impossível escapar à Relatividade, tanto no que se refere à massa como no que se refere às determinações do espaço-tempo”. E conclui quanto à noção de massa “É pois impossível defini-la de uma forma tão simples como o fazia a dinâmica newtoniana. [...]. Em suma, a noção simples dá lugar a uma noção complexa, sem declinar aliás o seu papel de elemento”.

Junto com essa complicação da noção de massa, complica-se também a noção de racionalismo. Em uma noção particular, elementar, “o racionalismo se multiplica, se segmenta, se pluraliza. [...] Ao multiplicar-se, o racionalismo torna-se condicional. Não existe razão absoluta. O racionalismo é funcional. É diverso e vivo” (FN, p. 43).

Voltando à comparação entre realismo e racionalismo, ele diz que o primeiro “é uma filosofia onde se tem sempre razão”, não muda de constituição e não se compromete nunca. Enquanto que o racionalismo “se compromete sempre e arrisca totalmente em cada experiência”. Ao racionalismo cabe o avanço exatamente porque ele arrisca: “o sucesso está ao lado do maior risco”, pois “só existe um meio de fazer avançar a ciência; é o de atacar a ciência já constituída, ou seja, mudar a sua constituição” (FN, p. 44).

O quinto nível da noção de massa é o da “filosofia dispersa”, do “ultra-racionalismo dialético”. E o exemplo é a mecânica de Dirac quanto ao conceito de massa. Bachelard expõe: “A mecânica de Dirac é [...] uma parte de uma concepção mais geral, o mais totalitária possível do fenômeno da *propagação*” (FN, p. 45).

O termo “propagação” vem sozinho, sem qualificação. Bachelard diz que não se pode perguntar “propagação de quê”, pois essa pergunta é típica do “realismo ingênuo e urgente”. Ele esclarece que “o pensamento científico contemporâneo começa [...] a colocar entre parênteses a realidade” (FN, p. 46). Pode parecer paradoxal, mas primeiro vem a teoria da propagação. Depois é que se especifica propagação de quê, pois “é a forma de propagação que definirá em seguida aquilo que se propaga”. Ele prossegue: “A mecânica de Dirac é pois, à partida, *desrealizada*. Veremos como, no fim do seu desenvolvimento, ela procurará a sua realização, ou melhor, as suas realizações (FN, p. 46).

O conceito da propagação é tão teórico e racionalista, que Bachelard chega a falar em um “‘idealismo’ da mecânica de Dirac”. Enfim, demonstrando a ação do “sincretismo fundamental tão característico de um racionalismo completo”, Bachelard chega à massa negativa. A antimatéria e os conceitos negativos são o ponto máximo da teoria da relatividade; em síntese, representam noções que não foram demonstradas na experiência, mas existem apoditicamente na matemática. Por não terem sido comprovadas na experiência, as noções negativas provocam objeções de certos estudiosos. Quanto à noção de massa, a teoria de Dirac se divide em duas, contemplando a física clássica e relativista e a outra metade correspondendo à antimatéria de Dirac (é a massa negativa). Bachelard escreve:

Mas eis a surpresa, eis a descoberta: No final do cálculo, a noção de massa é-nos fornecida estranhamente dialectizada. Nós tínhamos apenas necessidade de uma massa; o cálculo dá-nos duas, duas massas para um só objecto. Uma destas massas resume perfeitamente tudo o que se sabia da massa nas quatro filosofias precedentes: realismo ingênuo, empirismo claro, racionalismo newtoniano, racionalismo completo einsteiniano. Mas a outra massa, dialéctica da primeira, é uma *massa negativa*. Trata-se de um conceito inteiramente inadmissível nas quatro filosofias antecedentes. Por conseguinte, uma metade da mecânica de Dirac reencontra e continua a mecânica clássica e a mecânica relativista; a outra metade diverge numa noção fundamental; dá origem a algo de diferente; suscita uma dialéctica externa, uma dialéctica que nunca teria sido encontrada meditando sobre a essência do conceito de massa, aprofundando a noção newtoniana e relativista de massa.

[...]

Para o cientista do século XIX, o conceito de uma massa negativa teria sido um conceito monstruoso. Teria sido, para a teoria que o produziu, um erro fundamental. (FN, p. 48)

Chegando ao conceito de massa negativa, Bachelard esclarece sobre as duas filosofias que ele denomina de “como se” e “porque não?”. A filosofia do “como se” é a anterior, a do realismo. A filosofia do “como se” tinha liberdade de expressão. Mas essa liberdade não era ilimitada. Ele escreve: “Existiam apesar de tudo limites à

liberdade de expressão e a filosofia do *como se nunca teria conseguido interpretar uma quantidade negativa como se ela fosse uma massa*” (FN, p. 48).

E ele diz sobre a filosofia do “porque não?”:

É então que entra em cena a filosofia dialéctica do “porque não?” que é característica do novo espírito científico. Por que razão a massa não havia de ser negativa? Que modificação teórica essencial poderia legitimar uma massa negativa? Em que perspectiva de experiências se poderia descobrir uma *massa negativa*? Qual o carácter que, na sua propagação, se revelaria como uma massa negativa? Em suma, a teoria insiste, não hesita, a preço de algumas modificações de base, em procurar as realizações de um conceito inteiramente novo, sem raiz na realidade comum. (FN, p. 49)

Pode-se objetar quanto à massa negativa, porque ela “não encontrou ainda a sua interpretação experimental”; a massa negativa diz respeito a “um fenómeno *totalmente desconhecido*”; parece um conceito vago. Mas, como esse conceito é matematizado e teoricamente possível, “este desconhecido preciso é precisamente o inverso do irracional vago, ao qual o realismo frequentemente atribui um peso, uma função, uma realidade” (FN, p. 50) – porém sem a devida demonstração matemática. Amparando o conceito de massa negativa, há outro exemplo não demonstrado na experiência, que é o da energia negativa, da máxima importância na teoria da relatividade.

Assim, com o conceito de massa, Bachelard percorre as várias epistemologias (animismo, realismo, positivismo, racionalismo simples, racionalismo complexo, racionalismo dialético), mostrando a maturação filosófica e realizando o ciclo epistemológico completo, exemplificando dois dos conceitos mais importantes da sua epistemologia: o de “perfil epistemológico” e o de “conhecimento aproximado”.

Ao traçar o perfil epistemológico do conceito de massa, Bachelard constatou que existe um percurso epistemológico mais ou menos fixo. Ele seguiu uma determinada hierarquia da pluralidade de conceituação de um objeto do conhecimento, indo do realismo ingênuo ao racionalismo dialético discursivo. E conta que tentou outras disposições das filosofias, dando-lhes outras sequências, mas todas falharam. Então ele chegou à ordem “realismo – empirismo – racionalismo”, que contempla todos os conhecimentos objetivos particulares. E declara: “Esta ordem é genética. Esta ordem mostra a própria realidade da epistemologia” (FN, p. 65). E ela tem que ser seguida, sob pena de não se dar conta do fenómeno em todas as suas possibilidades de análise e interpretação e

consequentemente não se contribuir para o progresso da cultura. Ele afirma: “Quem quisesse saltar os obstáculos e instalar-se de uma só vez no racionalismo, entregar-se-ia a uma doutrina geral, a um ensino unicamente filosófico” (FN, p. 65). Assim, tanto o realismo puro quanto o racionalismo puro não satisfazem à ciência. Se o realismo deve ser atacado, o racionalismo deve ser protegido dos *a priori*, pois o seu valor advém do *a posteriori*. Portanto o surracionalismo tem mesmo que ficar na ponta, no fim do processo da pluralidade filosófica de abordagem do objeto.

No surracionalismo aberto encontra-se o devir científico. É o espaço do sonho anagógico, que é diferente do sonho ordinário e comum, é o sonho que “se aventura pensando, que pensa aventurando-se, que procura uma iluminação do pensamento através do pensamento, que encontra uma intuição súbita no além do pensamento instruído” (FN, p. 50). Para Bachelard o sonho anagógico é o do pensamento racional e da matemática. É na região do surracionalismo dialético que sonha o espírito científico.

No surracionalismo dialético da filosofia dispersa, a realidade é criada pelo cientista por meio da matemática; a realização tem primazia sobre a realidade porque o físico “só conhece verdadeiramente uma realidade quando a realizou”. A teoria da física é a verdade matemática, e a realização completa da física o cientista só a encontra por meio da matemática. Segundo Bachelard, “é preciso forçar a natureza a ir tão longe quanto o nosso espírito” (FN, p. 49). Dessa forma, é fundamental a diferença entre realidade e realização. A realidade é o âmbito dos elementos naturais, a realização é o mundo dos produtos fabricados. Por causa dessa diferença, “um filósofo que pretendesse permanecer no realismo só o poderia fazer escolhendo objectos naturais, tornando pueril a sua cultura” (FN, p. 65).

Cada noção científica (cada objeto do conhecimento) tem o seu perfil epistemológico. Bachelard demonstra esse princípio comparando entre si o perfil epistemológico da noção de massa e o perfil epistemológico da noção de energia. Ele se baseia em seu conhecimento pessoal dessas duas noções. Para apresentar os perfis, ele elabora gráficos em forma de colunas, colocando as cinco filosofias na ordem já proposta, indo do realismo ao racionalismo dialético.

Pelos gráficos, fica visível a diferença entre um perfil e outro. A coluna do realismo é maior no perfil epistemológico da noção de massa e bem menor no perfil epistemológico da noção de energia. É que o conhecimento pessoal dele sobre massa, na filosofia do realismo ingênuo, é maior que o seu conhecimento sobre

energia nessa mesma filosofia. Ele admite: “subsiste em nós um conhecimento confuso da energia” (FN, p. 62).

Porém o perfil epistemológico da energia mostra maior incidência na filosofia do racionalismo completo ou relatividade. E Bachelard declara sobre essa diferença: “indicamos uma maior importância para o conceito dialectizado de energia dado que [...] este conceito dialectizado de energia encontrou a sua realização, o que não aconteceu com o conceito de massa” (FN, p. 62).

Mas há semelhanças entre os dois perfis. Ele escreve, partindo dos seus conhecimentos pessoais: “No que se refere às suas partes racionalistas, os dois perfis são semelhantes”, já que “relativamente aos nossos conhecimentos científicos, a nossa cultura é homogênea no que diz respeito aos dois conceitos de massa e energia” (FN, p. 61).

O perfil epistemológico é importante para a formação da psicologia do espírito, pois mede a ação psicológica das diversas filosofias na elaboração do conhecimento. Assim, deveriam ser elaborados álbuns com esse tipo de gráfico para todas as noções científicas, indicando o perfil epistemológico de cada uma. Na análise de diversos perfis epistemológicos as filosofias estão alinhadas em um eixo verdadeiramente real (não em uma sequência arbitrária), que corresponde a um desenvolvimento regular dos conhecimentos. O perfil epistemológico é caracterizado no âmbito do particular, sendo importante para a formação da psicologia do espírito científico:

Insistimos no facto de um perfil epistemológico dever sempre referir-se a um conceito designado, de ele apenas ser válido para um espírito particular que se examina num estágio particular da sua cultura. É esta dupla particularização que torna um perfil epistemológico interessante para uma psicologia do espírito científico. (FN, p. 58)

Particularmente, os cientistas podem estar em níveis psicológicos distintos quanto à mesma noção científica, e inquiridos sobre suas concepções poderiam mostrar a existência de desarmonias mesmo entre os espíritos mais bem formados. O ideal é que o espírito científico tenha consciência da filosofia que embasa o seu trabalho – e que o filósofo saiba o que representa no conhecimento científico a filosofia que ele adota.

Enfatizando a importância do perfil epistemológico, Bachelard declara: “o eixo das filosofias que propomos é um eixo real, um eixo contínuo”, e conclui: “uma só filosofia é pois insuficiente para dar conta de um conhecimento preciso” (FN, p.

66). E o número de filosofias pode aumentar para os espíritos científicos. Para isso basta que se interroguem os cientistas sobre o conhecimento, sobre as várias noções científicas. Assim, acaba-se evidenciando o pluralismo filosófico para uma mesma noção científica porque uma única filosofia não pode explicar tudo. Ele declara:

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 [...] É raro que uma noção tenha um espectro completo. Existem ciências em que o racionalismo quase não existe. Existem outras em que o realismo está quase eliminado (FN, p. 66-67).

Então só será possível descrever a vida filosófica das noções abordando cada noção científica no seu percurso histórico, na história das filosofias e na evolução do pensamento científico, no seu trajeto entre a experiência e o racionalismo, rumo à objetivação. Esse caminho é dialético, envolvendo psicanalização, rupturas, retificações, conhecimento aproximado.

O conceito de perfil epistemológico relaciona-se ao de obstáculo epistemológico. Essa relação mostra o percurso epistemológico das noções científicas e revela o processo de psicanalização das noções, bem como os processos de ruptura e de conhecimento aproximado (que se dá por meio de uma pedagogia científica). Bachelard escreve:

Poderíamos relacionar as duas noções de obstáculo epistemológico e de perfil epistemológico porque um perfil epistemológico guarda a marca dos obstáculos que uma cultura teve que superar. Os primeiros obstáculos, aqueles que encontramos nos primeiros estádios da cultura, dão lugar a nítidos esforços pedagógicos. (FN, p. 68)

O caminho vai sempre do realismo ingênuo à racionalização na sua forma mais sutil, em processo de complementação e dialetização do próprio racionalismo, chegando às formas atuais do novo espírito científico, que são o racionalismo completo/relativista e o surracionalismo dialético. Nesse último nível (nessa região), “o material nocional não é naturalmente muito rico; as noções em via de dialectização são delicadas, por vezes incertas”; “correspondem aos germes mais frágeis” – como ele afirmou a respeito do conceito de massa negativa e energia negativa. Mas ele observa: “é no entanto nelas, é por elas que progride o espírito científico” (FN, p. 69).

Uma noção importante ao se abordar o perfil epistemológico é a da permanência. Tanto a permanência das ideias filosóficas no próprio

desenvolvimento do espírito científico quanto a permanência dos conhecimentos comuns: “É permanentemente necessário mostrar o que permanece de conhecimento comum nos conhecimentos científicos” (FN, p. 56). O fato de haver rupturas no conhecimento e de uma mesma noção científica passar pela escala das cinco filosofias, como foi demonstrado com a noção de massa, não implicam a negação de conhecimentos. Os conhecimentos permanecem e se solidificam. E se acumulam, gerando mais conhecimento.

1.7 A vigilância em ciência

No racionalismo aplicado, os espíritos estão unidos em torno da verdade (o espírito científico precisa da verdade), sendo comandados por um valor epistemológico, por uma pedagogia do espírito científico. Essa relação apodítica é dialética: a dialética do sujeito que controla e do sujeito controlado. Diante do eu, coloca-se um tu vigilante. Todos se controlam mutuamente. Portanto a vigilância é um sustentáculo da apoditicidade.

A questão da vigilância é fundamental na ciência objetiva. Com isso forma-se um “psiquismo de cultura”, realizando-se uma “psicanálise cultural”. Dessa forma se resolve a divisão do eu e do superego e garante-se a sinceridade moral na sociedade científica. A vigilância intelectualizada e um superego psicanalisado dão eficácia à cultura. Mas vigilância não é censura. Na psicanálise cultural desenvolvida, censura e vigilância não se confundem. A vigilância é intelectual e relativa. A cultura tem que crescer, por isso é necessária uma psicossíntese. À vigilância são reunidos o estímulo, o encorajamento, a confiança, formando-se um “superego da solidariedade intelectual”, garantindo-se o progresso cultural. O espírito, como uma personalidade cultural, está consciente da sua liberdade de cultura e da sua responsabilidade de vigilância. Assim forma-se um outro psiquismo: um “superego intelectual”. Além da vigilância do outro, o sujeito exerce uma “vigilância de si”, tomando consciência de si, entrando no verdadeiro espaço do racional – até porque sabe que está sendo vigiado pelo outro. O sujeito compreende que compreende (RA, p. 92). Esse processo representa a disciplina do espírito.

Além disso, os problemas epistemológicos da ciência são mais internos que externos. Bachelard assevera: “Assim, a nosso ver, o homem que tivesse a impressão de *nunca* se enganar estaria estagnado para sempre” (FEC, p. 294). Ou seja, o espírito precisa ter consciência de tudo: condições, limites, fracassos. O conhecimento não é feito e adquirido em um processo harmonioso, de continuidade ininterrupta. Não há conciliação entre o velho e o novo. Ao contrário, há rompimento, até porque é preciso romper também com os valores dos objetos primitivos. Essa ideia complexa está na gênese do estado científico.

Nesse processo o espírito passa pelo julgamento social, que oferece um controle objetivo. Esse controle leva à forma abstrata do fenômeno objetivo. No conhecimento objetivo, a base não é mais o estímulo individual e sim a organização abstrata do conhecimento, que é coletiva e controlada socialmente pelos espíritos cognoscentes. Tem-se então a certeza de que o espírito individual fez completa abstração de suas ideias primeiras. Com a realização desse “circuito”, que explica o nascimento do conhecimento objetivo, o espírito se despede da condição anterior do conhecimento – mesmo que as impressões primeiras do mundo sensível proporcionem encantamento e prazer.

Dessa forma, uma das bases da ciência contemporânea é o controle da sociedade científica, conforme registra Bachelard: “Convém notar [...] que toda doutrina da objetividade acaba sujeitando o conhecimento do objeto ao controle de outrem” (FEC, 296). O espírito realiza, solitária e individualmente, a sua construção objetiva, com seus materiais e projetos, mas no final inevitavelmente o trabalho se volta para o social (o social dos cientistas). Os fatos e suas ligações, a experiência e a lógica fazem parte da ciência moderna, que “trabalha com materiais experimentais e com quadros lógicos socializados há muito, e, por conseguinte, já controlados” (FEC, p. 296).

Na sociedade científica, a vigilância é tão rigorosa que ocorre em vários níveis. Não se vigia qualquer coisa. Vigia-se um valor de cultura, um valor científico, um valor epistemológico. Esse é o processo da pedagogia da ciência do racionalismo aplicado. É o nível do encontro de filosofias (empirismo e racionalismo), em processo dialético e psicanalítico, para que se obtenha a vigilância necessária à cultura científica. Ocorre então a vigilância da vigilância (RA, p. 94), que é a vigilância². Porém existe ainda a vigilância³, a vigilância ao cubo, um nível mais forte e exigente de vigilância. Essa terceira vigilância surge quando se questiona o

método, quando se põe o método à prova; realiza-se de modo absolutamente livre até em relação à história da ciência (RA, p. 95).

Bachelard anteviu ainda um nível acima (a 4ª potência) de vigilância, que, no entanto, não desenvolveu. A (vigilância)⁴ teria um caráter diferente e estaria a cargo da poesia ou de alguma filosofia especial. A nosso ver, (vigilância)⁴ destoa do conceito de vigilância epistemológica exercido pelo espírito e pela comunidade científica. A não ser uma referência rápida à (vigilância)⁴, em nenhum outro momento das seis obras que lemos encontramos referência a uma possível (vigilância)⁴.

A confiança vigiada é exercida pela coletividade dos cientistas. Portanto o caráter social é outro valor epistemológico da ciência contemporânea – com a ressalva de que em Bachelard a ideia de social em ciência se refere ao saber construído conjuntamente pela cidadela dos sábios, os cientistas. Dessa forma, o social não se refere à sociedade em geral como em doutrinas das ciências humanas. Em Bachelard o social é na verdade o coletivo constituído do grupo dos cientistas. Os conhecimentos e técnicas da ciência contemporânea são adquiridos e manejados somente no seio da sociedade científica, “no próprio centro da cultura longamente adquirida pelos esforços de várias gerações. O caráter social da ciência – já o dissemos muitas vezes – é doravante um caráter fundamental da ciência contemporânea” (MR, s/d, p. 206). Falando a mesma linguagem e em mútuo acordo vigilante, a comunidade científica mundial não permite mais – no seu seio, na sua coletividade, no sólido edifício já erguido em conjunto pelos sábios das ciências físicas – os erros individuais ou o fechamento de mentes que possam representar obstáculos ao progresso da ciência moderna, que tem um plano de cultura científica a seguir.

O racionalismo aplicado e o materialismo racional oferecem total segurança e confiança abstrato-teórica ao novo cientista (dentro de uma cidadela científica). Predomina então uma nova psicologia do espírito científico, sendo a confiança um dos valores epistemológicos da ciência contemporânea. Daí a importância de se firmar uma doutrina dos valores epistemológicos na ciência contemporânea.

Estabelece-se uma relação entre passado-dúvida e futuro-esperança. Tanto a dúvida (o problema) quanto a esperança nos resultados impulsionam a pesquisa e a ciência. Trata-se da confiança vigiada, da confiança discursiva, da

confiança que cria um legítimo dogmatismo no pensamento científico contemporâneo. Assim, o racionalismo confirmado coloca a confiança como condição necessária para o devir científico. Mais uma vez a crítica aos filósofos: “Se os filósofos seguissem, nos seus pormenores, as dialécticas desta confiança circunstanciada, talvez fossem mais prudentes no seu juízo, continuamente repetido, acerca do dogmatismo do espírito científico” (MR, p. 179).

O tema da vigilância se esclarece também no interior da discussão de fronteiras epistemológicas, que significam paradas momentâneas do pensamento, porém de difícil delimitação objetiva, já que o pensamento científico “é, em essência, um pensamento em via de assimilação, um pensamento que tenta transcendências, que supõe a realidade antes de conhecê-la e que só a conhece como uma realização de sua suposição” (BACHELARD, 2008, p. 71-71).

Em *Estudos/Gaston Bachelard* (2008), sob o título de “Crítica preliminar do conceito de fronteira epistemológica”, Bachelard discute a legitimidade de se traçarem limites definidos para os campos do conhecimento, principalmente quando impostos pelo metafísico. Ele afirma que “só a ciência está habilitada a traçar suas próprias fronteiras”, mas traçar fronteiras significa também ultrapassá-las. No domínio da física moderna (notadamente da microfísica), os físicos conhecem as transgressões dos domínios experimentais – em termologia, ótica, química elétrica, teoria do átomo. Segundo Bachelard, pouco antes do surgimento da teoria da relatividade, “havia pouca esperança de se constituir uma ciência do núcleo atômico; parecia que, se fosse possível ultrapassar a fronteira atômica, a fronteira nuclear seria intransponível” (2008, p. 73). No entanto, como se sabe, essa fronteira foi ultrapassada, como ocorreu com outros objetos científicos. Antigas fronteiras e ideias consideradas evidentes acabaram se demonstrando erros no progresso da ciência. No século XXI, os cientistas já têm consciência desse fato e até nesse aspecto exercem vigilância, pois somente os sábios, em seus domínios e especializações, têm condição de se manifestar sobre o seu próprio campo. Mais uma vez Bachelard alerta contra a filosofia geral, ressaltando o papel da filosofia científica e do aspecto pedagógico da ciência – sendo pedagógica, a ciência possui, em si, suas próprias condições de refazimento e vigilância. Ele afirma:

O dever da filosofia científica parece então muito claro. [...] A filosofia científica deve, de certa forma, destruir sistematicamente os marcos que a filosofia tradicional havia imposto à ciência. [...] Em suma, a filosofia científica deve ser essencialmente uma pedagogia científica. (BACHELARD, 2008, p. 75)

2 A DIALÉTICA DO RACIONALISMO APLICADO

Comentadores de Bachelard, por exemplo, Japiassu, Bulcão, Fabre, Ternes, alegam que ele usou de modo aberto e polivalente o conceito de dialética. Na verdade ele exerceu a dialética em sua análise histórico-crítica das ciências físicas. Dialético é todo o seu trabalho epistemológico, constituído de vários conceitos interligados que mostram o processo histórico-dialético realizado pelos cientistas ao longo do tempo, desde o século XVIII à ciência contemporânea.

Neste capítulo são apresentados alguns dos principais conceitos que compõem o trabalho epistemológico de Bachelard e que esclarecem a sua dialética, como: racionalismo aplicado, primeira e segunda aproximação, racionalismos regionais, fenomenotécnica, primazia do erro, filosofia do não, pensamento assertórico e apodítico, comunidade científica, materialismo racional. Com esses conceitos e outros, ele traça a história das ciências físicas na formação do conhecimento e na construção dos objetos científicos.

2.1 Dialética em Bachelard

O trabalho epistemológico de Bachelard, erguido sobre o trabalho dos cientistas (e não de filósofos), é em si dialético, na medida em que acompanha a dialética da ciência no processo de construção do conhecimento por aproximações, pois é com o conhecimento aproximado que se faz ciência.

Bachelard apresenta um novo uso do conceito de dialética. E vários comentadores seus explicam em que sentido ele empregou o termo “dialética”. Comentando o epistemólogo, Ternes assim se expressa:

Na verdade, este é um grande desafio para Bachelard: pensar o novo com palavras e conceitos velhos. Isto explica, certamente, o seu relacionamento pouco ortodoxo com a filosofia. Vemo-lo, com frequência, conferir sentidos novos a palavras e expressões consagradas pela história da filosofia. Um kantiano jamais poderia tolerar o uso selvagem do binômio fenômeno/númeno³. Um marxista estremece diante da polivalência da palavra dialética. (1995, p. 83)

³ “O númeno em Bachelard tem um sentido mais amplo do que na filosofia kantiana. Para Bachelard, o númeno é o sentido escondido atrás do fenômeno, ele se constitui no próprio objetivo da ciência. A microfísica é uma ciência numenal, ela se constitui de objetos que só podem ser observados depois de postulados, o que significa: depois de criados aparelhos que possibilitem produzi-los. O númeno é o que não pode ser percebido. Só a Matemática poderá nos levar até ele”. (BARBOSA, 1996, p. 83)

Considerando a noção de dialética em Bachelard como uma das teses filosóficas fundamentais da obra do epistemólogo, Japiassú pergunta-se “O que Bachelard entende por *dialética*?” e responde: “Trata-se, antes de tudo, da dialética “espontânea” da prática científica” (1976, p. 66). Para Bachelard o saber científico se organiza por um processo dialético, na relação entre teoria e experiência, com a presença de erros e fracassos, retificações e aproximações do conhecimento. Japiassú escreve sobre essa dialética:

Sua *função* é a de reorganizar o saber científico. Ela se inscreve no diálogo entre o Matemático e o Físico, quer dizer, no diálogo entre os elaboradores de hipóteses e teorias e os efetutores de experiências. Essa troca de informações tem por objetivo *ajustar* teoria e experiência. Todavia, não sendo possível recorrermos a um objeto fixo, devemos pensar este ajustamento não como uma adequação formal, mas como um *processo histórico*. Trata-se de uma história que de forma alguma assegura que a teoria esteja *destinada* a encontrar sempre um meio de realizar-se, mas que está sujeita a riscos e fracassos. Os riscos e fracassos, ao invés de revelarem uma crise da ciência, são a ocasião de um trabalho, porque proporcionam aos cientistas oportunidade tanto de reverem suas teorias e de formularem novas hipóteses, quanto de aperfeiçoarem suas experiências e de melhor controlarem seus instrumentos. Por intermédio desse processo é que se reorganiza o saber. E é esta reorganização que Bachelard chama de *dialética*. (1976, p. 67)

E Bachelard se expressa, em *El compromiso racionalista* (1973, p. 14), sobre sua dialética, que é totalmente diferente da dialética de Hegel:

La dialéctica hegeliana nos pone, en efecto, ante una dialéctica *a priori*, ante una dialéctica en que la libertad de espíritu es demasiado incondicionada, demasiado *desértica*. Puede conducir, quizá, a una moral y a una política generales. No puede conducir a un ejercicio cotidiano de las libertades del espíritu, detalladas y renacientes. *Corresponde a esas sociedades sin vida en las que se es libre de hacer todo, pero en las que no se tiene nada que hacer. Entonces, se es libre de pensar, pero no se tiene nada en que pensar*. Muy superior es la dialéctica instituida en el nivel de la nociones particulares, *a posteriori* [...].

A dialética *a posteriori* de Bachelard, no nível das noções particulares, é o emprego do racionalismo aplicado às noções regionais do domínio das ciências físicas. Cada noção (objeto) tem a sua história e o seu perfil epistemológico desde o estado pré-científico ao novo estado científico das ciências contemporâneas. Descrever a história de cada objeto, criticando os seus diversos momentos, é aplicar a dialética *a posteriori* àquele objeto, que já ocorreu, que já tem uma história e que pode evoluir no devir científico. Portanto é uma dialética que “nada tem a ver com uma dialética *a priori*, à maneira da dialética hegeliana” (JAPIASSÚ, p. 67).

Japiassú cita e comenta a mesma passagem que Canguilhem apresenta em “*Engagement rationaliste*” sobre a diferença entre a dialética de Hegel (*a priori*) e a dialética de Bachelard (*a posteriori*). Para ele, a diferença fundamental no conceito de dialética – e também no de racionalismo – está neste ponto: ser *a priori* ou *posteriori*.

Leitores de Bachelard apresentam pontos de vista às vezes divergentes quanto ao uso que ele faz do conceito de dialética. Afirma Canguilhem:

Com precocidad, es decir con continuidad, Bachelard ha enseñado la discontinuidad del saber en su matéria y en su forma, la discontinuidad de sus etapas, ya que al comienzo de su obra, em su tesis de doctorado de 1927, introdujo en su vocabulário epistemológico un término que ha mantenido, enriqueciéndolo de sentido: la dialéctica. (DELACROIX, p. 22)

Bulcão, em nota de rodapé, cita Canguilhem e diz quando Bachelard usou pela primeira vez o termo “dialética”:

O que Bachelard chama de dialética é o movimento “indutivo” que reorganiza o saber alargando suas bases, em que a negação dos conceitos e dos axiomas não é senão um aspecto de sua generalização” (CANGUILHEM, George. *Études d’Histoire et le Philosophie des Sciences*, p. 197). O termo dialética é usado pela primeira vez por Bachelard em *La dialéctique de la durée*⁴. (BULCÃO, 2009, p. 29)

Outro leitor de Bachelard, o professor Fábio Ferreira de Almeida, comenta o “uso heterodoxo” que o epistemólogo faz, conscienciosamente, de alguns conceitos tradicionais da filosofia, como fenomenologia, ontologia, metafísica e dialética – bem como da psicanálise. Ele escreve, indagando-se quanto à existência de uma “dialética bachelardiana”: “percebe-se que não encontraremos em sua obra uma definição exaustiva do termo e que, quanto mais engajarmos nossos esforços na busca de tal delimitação, tanto mais estranha soará a conjunção *dialéctica bachelardiana*”. E cita Vadée, que considera anárquico, proliferante e selvagem o uso do termo “dialética” por Bachelard – Bachelard “utiliza a noção de dialética muito livremente e em todo tipo de ocasião” (ALMEIDA, 2007, p. 107).

Segundo Almeida, Bachelard valoriza mais a ação expressa no verbo “dialetriz” que o substantivo “dialética”. Isso significa “que Bachelard não é um filósofo *da* ou *de uma* dialética, mas que é, antes de tudo, um filósofo que *dialetriza*”. Citando outros comentadores de Bachelard, como Canguilhem, Vadée, Lecourt, o professor Almeida destaca as noções de verdade, polêmica, instabilidade do

⁴*La dialéctique de la durée* (*A dialéctica da duração*) é de 1936. Bachelard já tinha publicado duas das suas principais obras epistemológicas (*Ensaio sobre o conhecimento aproximado* e *Novo espírito científico*).

pensamento da ciência contemporânea, bem como os sentidos de vivacidade e dinamismo, para expressar o que seja dialética em Bachelard.

Ele arrola ainda outras noções usadas por Bachelard, como a de ruptura, polêmica, negação e retificação de conceitos, complementaridade e coordenação de conceitos para continuar explicando o que é dialética. Almeida (2007, p. 107) afirma: “O que salta imediatamente aos olhos é que, quando se trata de dialética, o tema central são os conceitos”. Almeida lembra que Bachelard, em *O engajamento racionalista*, cita Nietzsche com a noção de “tremor dos conceitos” para explicar a dialetização dos conceitos científicos. Tal foi, por exemplo, o impacto da física einsteineana sobre a física newtoniana. Conceitos novos, ousados, atrevidos e transgressores provocam uma espécie de arrombamento dos conceitos clássicos de sistemas estabelecidos tidos como verdade.

Almeida lembra que Canguilhem aproxima a dialética de Bachelard da de Sócrates, no aspecto do diálogo, com destaque para a diferença de pensamento dos sujeitos e ainda para a vocação da ciência em ousar, arriscar, polemizar. Assim, dialética em Bachelard – dialética *a posteriori* de fatos científicos – é um conceito plural, multifacetado, englobando entre si diversos sentidos relacionados entre si pelas noções de atividade, ação, movimento, dinamismo, inovação, diálogo, polêmica, mudança, ruptura, retificação, crítica, transformação dos conceitos científicos – conceitos que se complementam, realizando uma síntese, como Bachelard mostra com a Filosofia do Não.

Conforme afirma Japiassú, a dialética em Bachelard é uma reorganizadora do saber científico – considerando-se a vocação científica de progredir ininterruptamente pela ruptura, retificação, revolução. Dessa forma, pode-se dizer que, na epistemologia de Bachelard, a dialética é uma categoria científica fundamental, e praticamente um método, pois tem a intenção de revelar como se faz ciência. Categoria polivalente, plural, multifacetada, complexa, heteróclita, transgressora, rebelde, irreverente à tradição, a dialética, em Bachelard, longe do idealismo abstrato e apriorístico de Hegel, contraria a filosofia tradicional e indica a ação do pensamento sobre os fatos científicos em movimentos de formação e construção – Bachelard aprendeu com os poetas a ousadia de contrariar tradições e conferir novos significados a termos ortodoxamente consagrados a fim de expressar sua filosofia (ALMEIDA, 2007, p. 105).

A dialética na epistemologia de Bachelard é seu método de trabalho. Perguntando-se pelo método em Bachelard, pode-se responder que é o dialético. Por isso Almeida diz que Bachelard dialetizou. Ou seja, ele faz dialética do começo ao fim da sua obra epistemológica – mesmo que seja de um modo polivalente, anárquico, “selvagem”. O raciocínio dele era dialético e foi assim que ele analisou a história das ciências físicas. Nesse sentido, pode-se dizer que Bachelard inovou e criou uma nova acepção de dialética – o que não é vetado em ciência, pois é agregando novas nuances de sentido que o pensamento se enriquece e evolui.

Em síntese, entra no que Bachelard pretendeu ser uma análise dialética da história das ciências físicas o emprego que ele fez de alguns conceitos básicos em sua teoria: obstáculos epistemológicos, psicanalisação, primazia do erro, ruptura, retificação, conhecimento aproximado, perfil epistemológico, percurso epistemológico, polifilosofia, primeira aproximação, segunda aproximação, filosofia do não, racionalismo aplicado, materialismo racional. Estorvos ao conhecimento objetivo, os obstáculos epistemológicos de qualquer natureza devem ser psicanalisados (afastados conscientemente) pelo espírito, que prossegue na construção do conhecimento objetivo por aproximações sucessivas, errando e retificando erros. Dessa forma, os objetos científicos realizam, historicamente, nas mãos de diversos cientistas, um percurso epistemológico, descrevendo perfis epistemológicos em cada fase à luz de várias filosofias (do realismo ingênuo ao surracionalismo), num movimento crescente rumo à matematização e objetividade.

Nesse processo, por meio da filosofia do não, o conhecimento de primeira aproximação (física clássica do século XIX) é retificado e complementado pelo conhecimento de segunda aproximação (física relativista do século XX), formando uma síntese que explica melhor a realidade dos fenômenos físicos. A ciência assim entendida trabalha *a posteriori* com fatos científicos reais, juntando empirismo e racionalismo na filosofia do racionalismo aplicado, chegando-se ao materialismo racional, em que a matéria recebe novo status de cientificidade pela junção de física e química por meio das teorias quântica e ondulatória. Esse movimento de retificação do passado científico e avanço para o devir científico revela o processo dialético realizado pela própria ciência e que Bachelard registrou. Ou seja, a ciência em si é dialética em seu percurso histórico-epistemológico e necessita de uma visão filosófica que enxergue e demonstre esse movimento dialético. Portanto a dialética em Bachelard significa uma capacidade de abertura mental e uma visão crítica que

ponha para dialogar entre si noções e fatos científicos, teorias, filosofias, cientistas, de tal forma que haja entre eles uma retificação positiva e uma complementação que faça o progresso da ciência em busca de verdades objetivas. Assim Bachelard realizou o seu objetivo de registrar a passagem do conhecimento vulgar concreto para o conhecimento científico abstrato, adotando “como postulado da epistemologia o caráter sempre inacabado do conhecimento” (ECA, p. 17). Essa é a dialética da ciência.

A dialética em Bachelard se diferencia por ser científica e não filosófica. E todo o pensamento epistemológico de Bachelard é caracterizado pelo seu caráter a posteriori. Só se aplica ao que já ocorreu em ciência. Não é uma dialética *a priori*, como as dialéticas hegelianas, como as dialéticas dos filósofos. No combate à dialética hegeliana, Bachelard, para endossar seu ponto de vista, cita vários autores, como Bialobrzewski⁵, para quem a dialética das ciências contemporâneas distingue-se claramente das dialéticas filosóficas, principalmente por causa do aspecto *a posteriori* das dialéticas científicas, contrariamente ao aspecto *a priori* das dialéticas filosóficas. Segundo Bialobrzewski:

A dialética filosófica, a de Hegel, por exemplo, procede por oposição da tese e da antítese e da sua fusão numa noção superior de sínteses. Em física, as noções unidas não são contraditórias, como em Hegel; a tese e a antítese são antes complementares. (FN, p. 190)

Bialobrzewski cita Octave Hamelin, cujo método sintético também difere da filosofia hegeliana. Para Hamelin, citado por Bachelard, oposição não significa contradição. Assim, a antítese não é uma negação da tese. Tese e antítese, opostas mas não contraditórias, se combinam em uma síntese. Bachelard diz que “as teses dialéticas de Octave Hamelin⁶ estão ainda afastadas das condições construtivas da filosofia das ciências contemporâneas”, mas, com essas teses, “a dialética filosófica se aproxima da dialética científica” (FN, p. 191).

Dessa forma, levando em conta o ponto de vista dos comentadores de Bachelard e lendo o trabalho que ele produziu em epistemologia das ciências físicas, fica mais claro o uso que ele faz do conceito de dialética.

⁵Czesław Bialobrzewski (1878-1953): físico polonês.

⁶Octave Hamelin (1856-1907): filósofo francês.

2.2 O racionalismo aplicado: empirismo e racionalismo

Uma filosofia que contemple a natureza dupla (teoria e prática) das ciências físicas deve também ser dupla. Foi o que Bachelard pensou ao ligar realismo/empirismo e racionalismo no trabalho filosófico com as ciências físicas, unindo experiência e razão – por ter constatado que a ciência moderna conciliava experiência e razão em seu modo de operar. Essa fusão entre experiência e razão nunca fora realizada antes pela filosofia pura, que, em suas classificações estanques, considera estranha a junção dessas duas tendências filosóficas. Todavia Bachelard procede a essa fusão e declara, em *O novo espírito científico*, que, no encontro de realismo e racionalismo, há um “novo dinamismo dessas duas filosofias contrárias, o duplo movimento pelo qual a ciência simplifica o real e complica a razão” (NEC, p. 17). Bachelard tem um propósito definido e o defende em todo o seu trabalho filosófico: “Apreender o pensamento científico contemporâneo em sua dialética e dele assim mostrar a novidade essencial” (NEC, p. 20).

A união entre realismo e racionalismo acompanha a ciência física contemporânea, que já realizava essa fusão. Assim, a filosofia praticada por Bachelard apenas sistematizou o movimento da ciência. Dando prioridade à ciência, ele afirma: “Cedo ou tarde, é o pensamento científico que se tornará o tema fundamental da polêmica filosófica” (NEC, p. 12).

Nessa união ele solicita um realismo e um racionalismo novos, retificados. Não é mais o realismo imediato nem o racionalismo fechado. Agora é um “um realismo que se deparou com a dúvida científica” e “um racionalismo que corrigiu juízos *a priori*”, como ocorreu com as novas extensões da geometria (NEC, p. 12). Assim, ele propõe uma dualidade, uma “polarização epistemológica”, sob a “dupla etiqueta do realismo e do racionalismo” (NEC, p. 13).

Segundo Bachelard, o pensamento científico contemporâneo exigia uma nova filosofia da ciência, em razão de seu dinamismo, sua flexibilidade e mobilidade, e sua estranha ambiguidade (ser realista e racionalista). Fundamentada na razão (racionalismo), a ciência requer prova científica, afirmando-se na experiência (realidade, realismo). Isso aos olhos de alguns julgadores pode parecer “impureza metafísica”. No entanto, essa dupla filosofia apenas contempla a realidade científica. Tanto o racionalismo quanto o realismo propostos por Bachelard são absolutamente

novos em relação à filosofia tradicional. É como Ternes (1995) diz: Bachelard pensou o novo usando termos antigos. Portanto ele precisava explicar que racionalismo e que realismo eram aqueles que ele propunha. Só dessa forma era possível a junção de razão e realismo na ciência moderna.

Mas ele adverte, contrariando o racionalismo clássico apriorístico:

Todavia o sentido do *vetor* epistemológico parece-nos bem claro. Ele vai seguramente do racional ao real e de nenhum modo, ao contrário, da realidade ao geral como o professavam todos os filósofos, desde Aristóteles até Bacon”. (NEC, p. 13)

Portanto a junção de realismo e racionalismo é condição *sine qua non* para expressar o pensamento científico contemporâneo, que é “essencialmente realizante”. Por isso a necessidade de uma epistemologia que processe a realização do racional, a realização do matemático. A matemática não é somente uma organização formal de esquemas, é principalmente a extensão de um conhecimento tomado sobre o real. Dessa forma há um “realismo matemático”, e a psicologia do matemático se forma então com o dualismo formado pelo subjetivo e o objetivo. A ciência contemporânea procede a “realizações racionais” pela matemática: “a realização do racional ou mais geralmente a realização do matemático” (NEC, p. 13), tornando-se a matemática imprescindível para as ciências físicas, por atender ao elevado grau de abstração, descrição e mobilidade de pensamento que essas ciências requerem. Bachelard fala que o trabalho matemático provém de um conhecimento do real, o que demonstra que na relação entre matemática e realidade: “a realidade se manifesta em sua função essencial: fazer pensar” (Idem, NEC, p. 13). Fazer pensar é tarefa tanto da ciência quanto da filosofia das ciências físicas, demonstrando “a realização do racional na experiência física”, com o “realismo técnico”, “um dos traços distintivos do espírito científico contemporâneo, bem diferente a este respeito do espírito científico dos últimos séculos” (NEC, p. 14).

O racionalismo-realismo assim concebido traz um “noumeno” diferente do noumeno fenomenológico clássico da coisa em si, que era incognoscível e de difícil apreensão. Dessa forma Bachelard afasta de vez das ciências físicas o racionalismo clássico formal, puramente abstrato e geral, instaurando nessas ciências um novo realismo, um realismo de segunda posição, em polêmica com o imediato e a realidade usual, um realismo de “razão realizada”, de “razão experimentada”. O noumeno clássico apenas excluía valores fenomenais, ficando vazio; enquanto o

noumeno do racionalismo aplicado não fica vazio, porque, afastando aspectos desnecessários do fenômeno, coloca no centro a experimentação racionalista: “A experiência científica é assim uma razão confirmada” (NEC, p. 14).

O real muda de *status*: deixa de ser objeto do conhecimento e passa a ser “simples pretexto do pensamento científico”. O “como” descritivo do realismo cede espaço ao “comentário” da razão. Muda também o *status* da razão, com a introdução da indução no racionalismo: o racionalismo aplicado é indutivo porque é todo elaborado sobre fatos científicos e objetos científicos (eletricidade, massa, luz, cores, etc.). Bachelard afirma: “O verdadeiro pensamento científico é metafisicamente indutivo; conforme mostraremos várias vezes, ele lê o complexo no simples, diz a lei a propósito do fato, a regra a propósito do exemplo” (NEC, p. 15).

Essa mudança de *status* se deu por causa da teoria da relatividade, que alterou tudo nas ciências físicas, mudando radicalmente o método de fazer ciência, introduzindo uma nova dialética: “o Real científico já está em relação dialética com a Razão científica” (NEC, p. 16). Portanto o pensamento dialético de Bachelard tira da própria ciência, que não apresenta unidade nem estabilidade, oscilando entre racionalismo e empirismo, positivismo e realismo, contínuo e descontínuo. Logo, também é “perigoso postular uma epistemologia unitária” (NEC, p. 20) para a ciência.

Dessa forma, na ciência contemporânea há um “pacífico ecletismo” entre racionalismo e realismo (o que não ocorria na filosofia clássica), “duas atitudes filosóficas fundamentais” que caminham associadas no espírito científico moderno, estando na base da “filosofia científica”. Assim, o novo espírito científico segue duas metafísicas.

Nessa “polarização epistemológica”, nessa “dupla etiqueta do realismo e do racionalismo” (NEC, p. 13), não entram o realismo e o racionalismo tradicionais (realismo ingênuo e racionalismo radical), mas retificados. O novo realismo é cheio de dúvidas e não de certezas. Por sua vez o racionalismo “corrigiu juízos *a priori*” (NEC, p. 12). Bachelard apresenta o novo realismo:

Com efeito, trata-se de um realismo de segunda posição, de um realismo em reação contra a realidade usual, em polêmica contra o imediato, de um realismo constituído de razão realizada, de razão experimentada. [...] A experiência científica é assim uma razão confirmada. (NEC, p. 14)

O racionalismo aplicado segue os passos das ciências físicas contemporâneas. É uma epistemologia inovadora, englobando diversos conceitos que a caracterizam, como novo espírito científico, filosofia do não, perfil epistemológico, retificação, conhecimento aproximado. Exposto de alguma forma em todo o trabalho epistemológico de Bachelard, o racionalismo aplicado é definido e detalhado em obra de título igual ao da sua filosofia: *O racionalismo aplicado*.

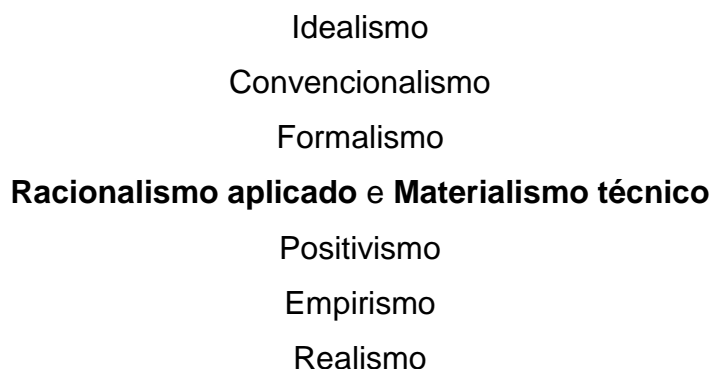
Trata-se de uma epistemologia recente em relação ao racionalismo clássico. Mesmo em filosofia o racionalismo não passou pelo estado pré-científico do conhecimento – ou melhor, o estado pré-científico do conhecimento não conheceu o racionalismo. Porém as origens do racionalismo são antigas, surgindo da lógica, com raízes na Grécia clássica, em Aristóteles e outros filósofos antigos.

O racional não é simplesmente o lógico. Bachelard escreve que “o racionalismo não pode reduzir-se ao positivismo dos princípios lógicos a que pretendem condená-lo os seus adversários” (RA, p. 56) e que “a Relatividade, a Mecânica dos Quanta, a Mecânica Ondulatória, cada uma delas representa fatos consideráveis da razão, verdadeiras revoluções da razão” (RA, p. 57).

Portanto, um ato de razão no conhecimento científico vai além das condições e dos princípios da lógica. A racionalidade tem várias faces. E mais complexo e plural ainda é o racionalismo aplicado, que nasceu em função das ciências físicas, notadamente da teoria da relatividade, da física quântica e ondulatória. Só o fato de se apoiar na teoria da relatividade já garante ao racionalismo aplicado bachelardiano o seu caráter de filosofia *a posteriori* – ou seja, é uma filosofia de uma ciência já existente, com objetos definidos, teorizados, matematizados.

Dessa forma, a principal característica do racionalismo aplicado é relacionar experiência e razão como condição essencial, sendo portanto um racionalismo teórico-prático. Portanto nem é adequado dizer que o racionalismo aplicado é aberto às experiências científicas, diferentemente do racionalismo abstrato, formal e universal dos filósofos. É mais exato dizer que o racionalismo aplicado exige a experiência, pressupõe a experiência, não se faz sem a experiência – o que justifica o nome de “aplicado”.

Para destacar o racionalismo aplicado dentre outras metafísicas, Bachelard (RA, p. 11) organizou uma “topologia filosófica” da seguinte forma:



Esse quadro permite fazer um “exame geral das filosofias da ciência”. Permite que se crie com uma “polifilosofia”, formada de vários filosofemas, para trabalhar com as ciências físicas, colocando no centro o racionalismo aplicado e o materialismo técnico, que constituem o par ideal para esse trabalho. Outros pares formados com filosofias da parte superior e da parte inferior do quadro (idealismo/realismo, convencionalismo/empirismo, formalismo/positivismo) demonstram deficiências e não se prestam a uma epistemologia das ciências físicas.

Ocupando a posição central, somente o racionalismo aplicado e o materialismo técnico dão conta do pensamento científico, erguendo teorias objetivas e realizando experiências objetivas, fazendo pesquisas abertas e ativas na experimentação instrumental, sob formas múltiplas. Assim, o racionalismo aplicado organiza todas as filosofias do conhecimento na explicação dos objetos científicos.

As demais metafísicas do quadro não satisfazem ao pensamento científico contemporâneo. As filosofias da parte de cima (formalismo, convencionalismo, idealismo) não têm o poder de criar e sustentar a ciência contemporânea, pois são pensamentos enfraquecidos, limitadores.

As filosofias do lado inferior do quadro (positivismo, empirismo, realismo) demonstram inércia e irracionalidade. O positivismo, em voga e prestigiado quando Bachelard publicou suas obras, não justifica a força dedutiva da ciência moderna, pois suas ferramentas teóricas e a matemática empregada não são suficientes para abordar a teoria da relatividade e a mecânica quântica, conhecimentos de segunda aproximação. Por isso o positivismo perde em necessidade (apoditicidade), ficando no nível assertórico da contingência do fenômeno: superficialidade, utilidade, pragmatismo, imediatismo, fatos, simplicidade da realidade. Já o empirismo é uma

filosofia obsoleta. Em síntese, faltam nessas epistemologias a acuidade da teoria, a profundidade, a amplitude do pensamento. E as ciências físicas contemporâneas, tendo à frente a teoria da relatividade e conhecimentos de segunda aproximação, requerem uma epistemologia própria. Essa filosofia é o racionalismo aplicado, a filosofia dominante que conduz à maturidade científica.

No embasamento filosófico das noções científicas (de natureza dupla, sendo concretas e abstratas), as filosofias diversas convivem e se intercambiam no espírito, havendo assim uma pluralidade de filosofias. Mas esse pluralismo filosófico é uma fase intermediária, foi historicamente superada pelo racionalismo, que significa amadurecimento filosófico científico.

O racionalismo aplicado é uma filosofia dialogada, coerentemente com a atividade da física contemporânea, na qual há um diálogo muito preciso entre o experimentador e o matemático. Existe, portanto, uma cooperação filosófica que une teórico e experimentador, racionalismo e empirismo, dando consistência ao trabalho do físico moderno, que precisa de uma “dupla certeza”, uma “bicerteza”: a certeza de que o real está em conexão com a racionalidade, e de que a racionalidade está inscrita no real. Trata-se do diálogo científico, que é diferente do diálogo filosófico.

O debate entre os cientistas é uma filosofia dialogada, é um diálogo mais fluente e rápido, apresentando maior consenso, porque os cientistas tratam objetivamente do mesmo problema. O mesmo não ocorre entre os filósofos. Enquanto filósofos trocam argumentos, cientistas trocam informações, havendo, entre estes últimos, grande entrosamento, o que não acontece entre os filósofos.

Assim, em uma “dialética de cooperação”, razão e objeto científico fazem surgir os caracteres racionais do materialismo técnico e os caracteres reais do racionalismo aplicado, demonstrando o processo complexo da organização racional da experiência. Esse é o princípio da “bicerteza”, da conexão entre o real e a racionalidade – entre empirismo e racionalismo. Assim, a ciência contemporânea precisa da teoria que embasa a prática e ao mesmo tempo da prática que confirme a teoria. Nesse processo, espírito cognoscente e objeto se determinam mutuamente.

O racionalismo aplicado é um pensamento de organização, de relações, de operações, de análises e sínteses praticadas sobre matérias, elementos e experiências das ciências físicas. É um pensamento de organização, de esforço sintético. É uma “filosofia funcional”, uma “filosofia de operações”, uma “filosofia de operadores”. Não é, portanto, uma filosofia existencial. “O racionalismo não pretende

penetrar na individualidade de uma existência. Ele só começa a pensar ao estabelecer relações” (RA, p. 212). Essa é a grande diferença entre o racionalismo aplicado e outras filosofias. O racionalismo aplicado é uma filosofia da ciência e para a ciência. Mais exatamente, das ciências físicas e para as ciências físicas. E opera sempre com objetos científicos específicos e determinados. Portanto não é uma filosofia que trata, de modo geral, universal e abstrato, de modo dedutivo e especulativo, de temas filosóficos clássicos, como mundo, visão de mundo, vida, ser humano, sociedade, sentimentos, relações interpessoais, cosmogonias, política, governo, etc. Sendo uma filosofia científica, as relações que estuda são entre objetos científicos.

Mas, para aplicar o racionalismo, o espírito da ciência contemporânea tem que ser racionalista. Então o espírito precisa aprender a ser racional. Daí a importância da escola, da cultura, do ensino e da aprendizagem. Com a dicotomia “racionalismo docente” e “racionalismo ensinado”, Bachelard mostra a importância e detalhes da relação de ensinar e aprender, de mestre e aluno. Além do ensino de um para outro, há o “ensino virtual”, que é o ensino ministrado pelo espírito a si mesmo. O espírito fala consigo, formando a si mesmo racionalmente, adquirindo a consciência de que é racional.

Isso o espírito faz executando uma espécie de “autopsicanálise”, o que ele consegue por meio de esforços de intelectualidade, realizando um crescimento do conhecimento racional, tomando consciência da sua identidade racional através da diversidade dos conhecimentos adquiridos. Assim, o espírito está no centro de uma dialética incessante no seu interior. Esse ato do sujeito consigo mesmo, na sua intimidade, é também “um ato de racionalismo aplicado”. Dessa forma o espírito tem consciência racional do saber, afastando-se do conhecimento comum empírico, elaborando a “composição de seu próprio ser”, tornando-se um “ser de conhecimento”, psicologizando a si mesmo e atingindo o normativismo em ciência (RA, p. 22).

A psicanálise do conhecimento objetivo e racional não é definitiva nem acaba de vez com o psicologismo inerente ao espírito e pode florescer quando surgem objetos novos. Por esse princípio a razão trabalha duas vezes “contra”: contra os obstáculos epistemológicos e contra si mesma, psicanalisando as duas coisas. Por isso o espírito tem que estar em constante vigilância, em estado de pedagogia permanente, renovando-se sempre.

Por isso é necessária a aplicação da filosofia do não ao psicologismo por meio de um não-psicologismo (RA, p. 24). Pelo não-psicologismo o espírito psicologiza o psicologismo que há em si mesmo. Esse processo é constante no espírito, que assim passa por apoditicidades fragmentadas, em busca da consciência da racionalidade, transcendendo o psicologismo inicial e instaurando um psicologismo diferente, um psicologismo moderado, vigilante e vigiado – um psicologismo racional. Dessa forma, “psiquismo contingente” e “psiquismo normativo” dividem o sujeito, que precisa situar a si e ao objeto dialeticamente. Diz Bachelard: “Aparece, então, o problema de um ortopsiquismo para fundar a epistemologia” (RA, p. 79).

No entanto, o espírito não se encontra sozinho nessa tarefa, pois ele conta com o respaldo da comunidade científica, que está em constante vigilância e que garante o rigor da ciência – “é pelo rigor que a razão envereda” (RA, p. 9). Dessa forma, a maior instância de formação racional é a comunidade científica, que confere segurança ao espírito. Ocorre, porém, que o espírito não se constitui dentro da comunidade científica; daí a necessidade que ele tem de se formar racionalmente aos poucos, pela educação, pela autoeducação e pelo não-psicologismo. Assim, a formação do espírito científico é mais que a reforma do conhecimento comum; trata-se de um engajamento científico, de um comprometimento, de uma conversão de interesses a favor da cultura científica e da comunidade científica, na constituição de axiomáticas. Bachelard usa a metáfora do robô para designar essa adesão aos rígidos valores científicos. Nesse sentido, os conceitos racionais equivalem a axiomáticas científicas e a robôs matemáticos na tomada de cultura da comunidade científica mundial, que mantém constante vigilância aos valores e leis normativas da ciência. Logo, no âmbito do apodítico, a axiomatização matemática da ciência representa o seu rigor de conhecimento de segunda aproximação. Os axiomas, como verdades indiscutíveis, puras, refratárias e universais, são sistemas fechados e imunes a influências externas e a quaisquer psiquismos. Bachelard diz que “os axiomatistas instalam [...] *a priori* um *a posteriori*” (RA, p. 39). No século XXI, depois do percurso epistemológico de várias de suas noções rumo à racionalidade e à objetivação, a ciência já possui verdades e postulados apriorísticos.

Os axiomas e os *a priori* das ciências físicas são obtidos com a matemática, que é a base fundamental na sistematização do conhecimento das ciências físicas. O “nômeno matemático” é a “causa profunda” dessas ciências.

Portanto “o espírito rebelde às Matemáticas fica parcelado no pormenor das constatações. Fica perdido num dédalo de luz” (RA, p. 101).

Envolvendo a cidade científica mundial (os trabalhadores da prova), o racionalismo aplicado é um “programa de estudo”, em que a “rapidez do saber” e a “interintelectualidade” são condições fundamentais, colocando em “correspondência pensamentos discursivos”, com a “aplicação de um espírito sobre outro” (RA, p. 118), com um mesmo objeto passando por várias mãos, em diferentes e renováveis extensões, até se chegar à verdade, como é típico do conhecimento de segunda aproximação. Animado, dinâmico, ativo, o pensamento não para. A esse processo Bachelard chamou de “hormologia do pensamento”.

Há, no racionalismo, uma *obrigação de pensar*. Mas, como o pensamento racional é um pensamento de reorganização, pensamento de segunda organização, designa-se como animado, como acelerado pela consciência de sua finalidade. [...] quanto teria que ser tentado para determinar uma espécie de *hormologia do pensamento*. (RA, p. 118)

A “hormologia de pensamento” designa “fenômenos de arrastamento” do pensamento, método que não é adotado pela fenomenologia (que é obscura), e que o racionalismo emprega na abordagem aos fenômenos, como em um processo de interminável prospecção, representando o “dinamismo de pensamento” do “racionalismo ativo”, expresso na fórmula: “pensar lentamente e repensar depressa, sendo o reino do pensamento o próprio reino do racionalismo” (RA, p. 118). Para a lentidão do pensamento, Bachelard cita Hegel, que ensina ser preciso demorar muito tempo no pensamento de uma noção fundamental para fazer desse pensamento um centro de relações, tornando-o uma totalidade de pensamento. E para a rapidez, cita Rudyard Kipling, com o seu conceito de “linha de empreendimento”: o cientista teria também uma espécie de linha de empreendimento, fazendo rapidamente retrospectiva, inspeção e prospecção de pensamentos.

No processo do pensamento racional, o conceito de “fisiologia da ideação” representa toda a dinâmica do pensamento científico do racionalismo ativo. Contrariamente à “anatomia das ideias” de Descartes (baseada em simples enumeração), a fisiologia da ideação tem um aspecto profundo. É a característica do pensamento científico moderno. Pensar cientificamente é pensar com rigor, com penetração, clareza, precisão – e sobre objetos específicos, definidos (como os da

física contemporânea). Assim, o pensamento do conhecimento possui um dinamismo próprio.

Bachelard considera o pensamento científico como o mais variado filosoficamente. Por isso se pode dizer que ele não foi um filósofo no sentido clássico e tradicional. Ele possuía mais alma de cientista que de filósofo. E afirma colocando a filosofia a serviço da ciência: “O papel da filosofia das ciências é de recensear essa variedade e mostrar o quanto os filósofos se instruíam se quisessem meditar sobre o pensamento científico contemporâneo” (RA, p. 158). Essa nova ciência requeria uma nova filosofia da ciência, que ele indicou como o racionalismo aplicado.

Com o racionalismo aplicado, o espírito toma a necessária consciência de tudo: de sua condição, de seus limites, do seu fracasso; bem como da ilimitação da ciência. O novo espírito científico provou que a ciência não tem limites. O racionalismo aplicado busca o conhecimento objetivo com as especialidades; trabalha com sínteses; realiza constantemente o processo de retificação discursiva (que é o fundamento do conhecimento objetivo); baseia-se na matematização (“a ciência socializada é quantitativa”, FEC, p. 297); tem o controle social da coletividade dos cientistas (a comunidade dos sábios); produz uma tecnologia de altíssima precisão renovada ininterruptamente; atingiu o nível de confiança, certeza e verdade científica.

2.3 Primeira e segunda aproximação: espírito científico e novo espírito científico

Primeira aproximação e segunda aproximação do conhecimento representam, respectivamente, o espírito científico e o novo espírito científico. Dessa forma, na apreensão da dinâmica do real, há duas posturas científicas: o “espírito geométrico” e o “espírito de refinamento”. Portanto o progresso científico segue “uma via dupla”, entre verificação e generalização, constituído do “espírito geométrico” e do “espírito de refinamento” (ECA, p. 14). A física moderna valoriza mais o conhecimento criado e tem na matemática “uma linguagem que se desliga com facilidade de sua base experimental” e “pensa sozinha” (ECA, p. 14), estando dentro do espírito de refinamento ou segunda aproximação.

O conhecimento de primeira aproximação é a ciência clássica, do século XIX. É a fase da geometrização. É tarefa do espírito científico a geometrização do conhecimento, processo que se dá pela matemática. Assim, o espírito sai do realismo ingênuo e avança por meio de aproximações racionais.

Bachelard escreve sobre o processo de geometrização com o uso da matemática:

Tornar geométrica a representação, isto é, delinear os fenômenos e ordenar em série os acontecimentos decisivos de uma experiência, eis a tarefa primordial em que se firma o espírito científico. De fato, é desse modo que se chega à *quantidade representada*, a meio caminho entre o concreto e o abstrato, numa zona intermédia em que o espírito busca conciliar matemática e experiência, leis e fatos. (FEC, p. 7)

A geometrização (“essa primeira representação geométrica”) foi realizada com o cartesianismo, a mecânica newtoniana e a ótica de Fresnel; e satisfaz durante certo período o ideal científico. Ainda era fundada nas propriedades espaciais e no espaço concreto. Porém já se saía do realismo ingênuo. Assim, a geometrização é o primeiro passo do espírito científico, após o estado pré-científico. Segundo Bachelard (FEC, p. 8): “Quando se consegue formular uma *lei geométrica*, realiza-se uma surpreendente inversão espiritual, viva e suave como uma concepção; a curiosidade é substituída pela esperança de criar”. “A primeira representação geométrica dos fenômenos é essencialmente uma ordenação”. A física se faz com a “compreensão matemática”, que apreende cada variação: as “variações fenomenológicas designam as variáveis matemáticas do fenômeno” (FEC, p. 82).

A primeira ordenação abre “as perspectivas de uma abstração alerta e conquistadora”, que levará o espírito a “organizar racionalmente a fenomenologia como teoria de *ordem pura*”. Fugindo de analogias gerais, o cientista moderno, em busca da objetividade, exatidão, coerência e clareza, limita campos experimentais e fenômenos bem definidos, para, em seguida, determinar suas variações. Assim, o conhecimento segue, dialeticamente, “uma tarefa de refinamento, precisão e clareza” (ECA, p. 9), inaugurando a segunda aproximação do conhecimento científico objetivo, que ocorre a partir da teoria da relatividade.

Diante do renovamento quase inesgotável do espírito científico, a filosofia tinha que apresentar uma novidade metafísica essencial, cujo fundamento era a própria revolução; uma epistemologia aberta, sem dogmatismo, sem estagnação. Garantindo a mobilização, o dinamismo, a (auto)crítica, a renovação, a retificação, a

evolução. Tal é o quadro psicológico, filosófico, epistemológico, ideológico, cultural do novo espírito científico.

O novo espírito científico se forma com a teoria da relatividade e seus desdobramentos (física quântica e ondulatória). Pela primeira vez em ciência questionavam-se verdades e dogmas. Assim se deu a grande revolução das ciências físicas contemporâneas.

Expondo o “aspecto filosófico das novas técnicas experimentais” (RA, p. 122), Bachelard apresenta a física e a química contemporâneas como “domínios de pensamentos que rompem nitidamente com o conhecimento vulgar” (RA, p. 121). Dessa forma, há uma profunda descontinuidade epistemológica entre a cultura geral que prevalecia sobre química e física e o verdadeiro nível científico em que esses dois domínios se encontram na modernidade. Os instrumentos mecânicos “diretos” do positivismo foram substituídos por novas técnicas, por mecanismos “indiretos”, na epistemologia discursiva da ciência moderna. Alguns exemplos: a) a balança do positivismo (do realismo ingênuo e do senso comum) em comparação com o espectroscópio de massa baseado em campos elétricos e magnéticos (eletrismo dos átomos); b) a técnica de iluminação, que era feita por meio da combustão (técnica antiga, do substancialismo) foi suplantada pelo seu oposto (a não-combustão), com a ampola elétrica (um biobjeto, um objeto abstrato-concreto); c) a piezeletricidade (pireletricidade, determoelasticidade) de primeira e de segunda aproximações, que relaciona eletricidade e mecânica, mostrando a passagem de um fato mecânico a um fato elétrico, processo em que, por noções matemáticas, é estabelecida uma filiação onde essa filiação não existia (ou não era vista), um exemplo de “organização transacional”, de “reciprocidade dos fenômenos”, pela junção de dois domínios (mecânica e eletricidade) em suas correspondências, operando-se “discursivamente numa racionalidade algébrica rigorosa” do “pensamento vigiado”.

No confronto entre empirismo e racionalismo, essa diferença nos aparelhos científicos representa a diferença entre “fenômeno” e “nômeno”. O nômeno, em comparação com a simples percepção do fenômeno, é uma categoria mais profunda, pertencendo a duas instâncias filosóficas (empirismo e racionalismo). Somente o objeto resultante do racionalismo possui essas duas instâncias, pois, se o racionalismo é capaz de produzir o fenômeno e o nômeno, o empirismo vulgar não pode produzir o nômeno. No racionalismo aplicado, “pode-se [...] descrever o objeto duas vezes: uma vez, como o percebemos; e uma vez como o pensamos. O objeto

é, no caso, fenômeno e nômene”; assim, “esclarecer o objeto científico é começar um relato de nomenclatura progressiva” (RA, p. 130). No reino do nômene o que há são teoremas reificados. “Aquilo que o homem faz numa técnica científica no quarto período não existe na natureza, e nem é uma sequência *natural* dos fenômenos *naturais*” (RA, p. 123) – Bachelard se refere ao quarto período comteano, que corresponde ao seu terceiro estado do conhecimento (do século XX).

Assim, a “nomenclatura” é o processo de produção do nômene no racionalismo científico. E a expressão “nômene nógono” designa a essencialidade do pensamento científico progressivo, em cadeia (pensamento produz pensamento), sob a perspectiva de que o nômene científico é uma evolução do pensamento científico:

O nômene científico não é simples essência; é um *progresso* de pensamento. Ele esboça-se, em seus primeiros traços, como um progresso de pensamento, e atrai outros progressos. Para caracterizar plenamente um objeto que concretiza certa conquista da ciência teórica será necessário, portanto, falar de um nômene nógono, de uma essência de pensamento que engendra pensamentos. (RA, p. 130)

Para Bachelard tendências dialéticas aparecem ao mesmo tempo na filosofia e na ciência (NEC, p. 26). Dessa forma se explica o que ocorreu com a filosofia e a geometria euclidiana no fim do século XVIII e início do século XIX, preparando-se o surgimento da teoria da relatividade. Insolitamente, alguns matemáticos, com um pensamento “absurdo” e “bizarro”, “se perguntam o que aconteceria se abandonássemos ou se modificássemos a noção de paralela” (NEC, p. 27). Com essa dúvida, propuseram teoremas e postulados envolvendo retas, planos, triângulos, esfera, círculos. Esse simples pensamento subversivo e ousado abalou a solidez da matemática euclidiana, e igualmente a filosofia e a epistemologia. Bachelard declara: “Estas simples observações, estas formas iniciais do não-euclidismo já nos permitem destacar a ideia filosófica geral da nova liberdade matemática” (ECA, p. 27). Iniciava-se um novo tempo, um novo “jogo dialético”, no mundo do conhecimento. O que marca os novos tempos é a atitude de dúvida, mesmo diante do posto e evidente.

Abalada a geometria euclidiana, ocorre na matemática uma “diversificação das axiomáticas” (NEC, p. 39) e se constitui um corpo de matemáticos que passarão a formar um grupo unido, apoiando-se mutuamente diante de ideias revolucionárias (esse pensamento de união está na base do

conceito de “cidade científica”). Bachelard escreve: “Eis de hoje em diante o guia do pensamento teórico: o grupo. À volta de um grupo matemático, pode-se sempre coordenar uma experiência” (NEC, p. 39).

Na teoria da relatividade, é também fundamental a mecânica não-newtoniana, outra revolução anunciada pela ciência de Einstein. O sistema de Newton era seguro, fechado em si e jamais tinha sido questionado. Mas finalmente esse sistema foi superado, não por estar errado, mas porque dúvidas diferentes eram apresentadas. A física de Newton não evoluiu para a física de Einstein, mas a física deste abrange a física daquele. O sistema de Newton não é “uma primeira aproximação do sistema einsteiniano”, não “prefigura em suas grandes linhas o mundo einsteiniano”. Não há uma transição, um acúmulo de conhecimentos nem uma retificação entre as duas astronomias; o que há é um “esforço de novidade”. Há uma transcendência e não uma “indução amplificante” entre a física clássica e a relativista. Bachelard fala em uma “panastronomia” de Einstein, da qual a astronomia de Newton seria um caso particular; assim como a geometria de Euclides faria parte da “pangeometria” de Lobatchewsky (NEC, p. 44).

Assim, passou-se a questionar o tempo, a simultaneidade (a “coincidência de dois fenômenos no mesmo tempo”, a “simultaneidade independente do sistema de referência”), o espaço, massa, velocidade e outros conceitos científicos. Física e matemática (geometria) se interpenetram. A física torna-se uma ciência geométrica e a geometria uma ciência física; “Há aí uma oposição bem clara do espírito novo ao espírito antigo” (NEC, p. 46). O racionalismo aberto se aproxima da máxima matematização. A relatividade “vai desdobrar uma noção simples, dar uma estrutura matemática a uma noção concreta” (NEC, p. 47).

Comparando o novo espírito científico com o velho, Bachelard afirma que no velho “se dividia o saber em conhecimentos conceptuais e em conhecimentos aplicados, em princípios *a priori* e em experiências *a posteriori*”, porém no novo espírito científico princípios racionais e experiências ocorrem conjuntamente, pois “numa ciência de conceitos matematizados, as noções empíricas se solidarizam racionalmente” (NEC, p. 48-49). Logo não há conhecimentos imutáveis e a nova ciência é marcada pela dúvida e pela ambiguidade. A teoria da relatividade colocou em xeque a razão clássica.

Dirigido pelas matemáticas, o novo espírito científico se torna mais homogêneo em “seu esforço matemático”, pois é o esforço matemático que forma o

eixo da descoberta, é a expressão matemática que, sozinha, permite pensar o fenômeno (NEC, p. 52). Trata-se, porém, da física matemática e não do mero formalismo matemático. Portanto o *homo mathematicus* não fica mais no racionalismo puro, pois “as matemáticas da Física nova são como que alimentadas por sua aplicação à experiência” (NEC, p. 53). Porém na teoria da relatividade, sobressai o processo das “experiências fictícias” – “basta que sejam possíveis”. E a noção de experiência passa a ter uma dimensão maior, abrangendo experiências fictícias, aproximando o possível do real: “É, pois, finalmente em termos de possibilidades experimentais que se expressa a Física matemática” (NEC, p. 55).

Na dialética entre realismo e racionalismo, a matemática tem a função de “dessubstancializar” o mundo real. Assim, a matemática exerce papel cada vez maior no conhecimento de segunda aproximação. Em outras palavras, a matemática é imprescindível, pois não se faz física sem matemática. Frisando a importância das matemáticas puras no racionalismo aplicado, Bachelard (RA, p. 183) diz que a relação entre geometria e álgebra produziu uma bilíngua, um bilinguismo matemático racionalista que fundamenta as ciências físicas. A matemática domina a técnica, a fenomenotécnica, os minuciosos aparelhos instrumentais da física e garante a “informação racional da experiência” em todos os objetos das ciências físicas, como nos fenômenos elétricos e mecânicos. Isso porque a matemática domina a teoria. Na verdade a matemática, “um *domínio de racionalidade* particularmente bem definido”, é a grande artífice das ciências físicas e é tão fundamental ao pensamento científico, dando explicação exhaustiva, que é preciso conhecer matematicamente a matemática. Bachelard declara sobre a matemática: “Essa linguagem é, mais que qualquer outra, inseparável do pensamento. Não se pode *falar* das Matemáticas sem as *compreender* matematicamente” (RA, p. 207).

Assim é que o “homem matemático” está além do *homo faber* de Bergson, como a geometria foi superada pela álgebra no pensamento científico de segunda aproximação (RA, p. 189). Particularmente no pensamento científico acústico e ondulatório, o *homo faber* é superado pelo homem matemático algébrico. Assim, há uma “dialética experiência-forma matemática” em eletricidade e nos demais objetos da física moderna, abrangendo as noções de nômeno, fenômeno e fenomenotécnica, sob o racionalismo aplicado. Nesse processo, a coerência nomenológica concretiza a coerência técnica.

Portanto a matemática é determinante na formulação de conceitos e na elaboração e retificação das técnicas. Bachelard afirma: “Estabeleceremos que os conceitos científicos adquirem sua verdadeira definição unicamente por suas correlações algébricas” (RA, p. 170). E ainda: “Tem-se a intuição clara dos fenômenos após sua compreensão matemática” (RA, p. 178).

Por seu turno, uma vez pensada e executada, a técnica pode ser aperfeiçoada, porém continua racional porque foi matematizada. Técnicas e máquinas são constantemente melhoradas com princípios cada vez mais racionais, o que acarreta novas matematizações – comprovando-se o princípio do conhecimento aproximado.

O pensamento científico de segunda aproximação é constituído de “esforços sintéticos”. A relatividade uniu matéria e irradiação. O novo espírito científico une experiência e razão. Esse contorno do novo espírito científico foi dado pela microfísica, que mostra complexidade em evidências (simplicidade) do antigo pensamento: “as ideias simples têm necessidade de serem complicadas para poder explicar os microfenômenos” (NEC, p. 67).

Fenômenos simples, como a cor azulada do céu, a reflexão do espelho, o processo de ricochete passaram a ser vistos pela microfísica quântica com explicações traduzidas em equações matemáticas. Da mesma forma, a química começou um processo de sutilização e objetivação matemática para o conhecimento de seus objetos (metais, minerais, etc.). Assim, do fenômeno considerado mais simples aos objetos da física contemporânea, como a estrutura dos espectros (hidrogênio, hélio, metais alcalinos), moléculas, átomos, etc. todos são e devem ser matematizados a fim de adquirem foros de cientificidade objetiva.

No âmbito do novo espírito científico, a epistemologia cartesiana se revela de uma grande simplicidade. Dominante no século XVII, tal epistemologia pretendia chegar ao conhecimento de todas as coisas com um método único, perene e verdadeiro. Porém o novo espírito científico contrapõe à epistemologia cartesiana uma epistemologia não-cartesiana – o que demonstra que existe rupturas e retificações nos conhecimentos e também nos métodos. Contrariamente a Descartes, Bachelard diz que a mobilidade dos métodos está inscrita na própria “psicologia do espírito científico”, o que determina uma contemporaneidade entre o espírito científico e o método aplicado no momento, pois que “o espírito científico é estritamente contemporâneo do método explicitado” (NEC, p. 121).

O método cartesiano é “reduutivo” e não indutivo. E “não chega a complicar a experiência”, que é “a verdadeira função da *pesquisa objetiva*”. Descartes propõe um pensamento científico que “fazia muito logicamente o complexo com o simples”. Bachelard declara quanto a esse aspecto: “Devemos, com efeito, dar-nos conta de que a base do pensamento objetivo em Descartes é demasiado estreita para explicar os fenômenos físicos” (NEC, p. 123). Para Bachelard: “Na realidade, não há fenômenos simples; o fenômeno é um tecido de relações. Não há *natureza* simples, nem substância simples; a substância é uma textura de atributos” (NEC, p. 130).

No pensamento de segunda aproximação, o espírito procede exatamente ao contrário da simplificação; desponta a ideia da complexidade essencial dos fenômenos elementares da microfísica; lê-se “o complexo real sob a aparência simples fornecida por fenômenos”; e o espírito se esforça em “encontrar o pluralismo sob a identidade”, em uma “atividade estritamente noumenal”. Há um “esforço do pensamento puro” e “fé no realismo algébrico” para desvendar o mundo fenomênico, repleto de objetos (movimento, extensão, espaço, tempo, matéria, irradiação, cor, luz, etc.) que sempre embaraçaram o pensamento filosófico, epistemológico e científico.

Mas Bachelard ressalva (dentro do princípio da filosofia do não): “Bem entendido, o não-cartesianismo da epistemologia contemporânea não poderia fazer-nos ignorar a importância do pensamento cartesiano” (NEC, p. 127), pois “o não-cartesianismo é cartesianismo completado” (NEC, p. 141).

Assim, da primeira para a segunda aproximação, as primeiras percepções são modificadas, “educadas”, formando-se então uma estrutura com o aprendido em um processo educativo que leva à conceptualização. Mas como os objetos não são fixos na realidade e nos fatos, alcançar a objetividade não é uma certeza. Então o que prevalece não é o objeto, mas a relação entre objetos. A relação acompanha a mobilidade dos objetos, considerando-se que os objetos mantêm entre si diversos tipos de relações (provisórias, pragmáticas, convencionais). Então uma objetividade que se apoia na relação dos objetos pode trazer mais segurança – embora as próprias relações não sejam estáveis, precisas, constantes. Segundo Bachelard,

Os objetos só podem comportar relações provisórias, já que eles são para nós posições provisórias e quase sempre pragmáticas e convencionais do dado. [...] a imbricação dos objetos e de suas relações é tal que os próprios objetos devem aparecer como funções da relação”. (ECA, p. 253)

Contudo, por meio das relações, de um ponto de vista lógico, pode-se assimilar o movimento da irracionalidade do real – “o que equivale a fornecer um esquema racional do irracional” (ECA, p. 253). Por essa fundamentação, percebe-se claramente a inserção no novo espírito científico (da teoria da relatividade, da microfísica) na ciência contemporânea de segunda aproximação.

2.4 Racionalismos regionais

Como epistemologia da ciência teórica e aplicada, o racionalismo deveria, necessariamente, ser múltiplo, já que são diferentes os objetos da ciência. Tal fenômeno explica o conceito de racionalismos regionais, que são, pode-se dizer, as especializações em ciência.

O pensamento do cientista mudou e nos séculos XX e XXI ele busca a síntese nas especializações. O cientista não se sente mais atraído pelos pensamentos totalitários. Segundo Bachelard, “o filósofo, especialista de generalidades, propôs-se a fazer as sínteses” (FEC, p. 293). Porém o cientista não se contenta mais com o trabalho dos filósofos “e não pode aceitar como objetivo um pensamento que ele, pessoalmente, não objetivou” (FEC, p. 293). Isso significa a autonomia da ciência em relação à filosofia dentro de um novo plano de cultura científica (FEC, p. 119).

Assim, o racionalismo aplicado se expressa concretamente por meio dos “racionalismos regionais” ou “racionalismos compartimentados”. O racionalismo regional ou compartimentado é “o racionalismo que se aplica a um setor da experiência” (RA, p. 212). A divisão do racionalismo aplicado contraria um princípio da filosofia, que busca, ao contrário, um fundamento geral e unitário para a ciência. No entanto a ciência contemporânea mostra outro tipo de fundamentação, e os racionalismos regionais não são exatamente divisão. Na física e na química modernas, os racionalismos regionais são as especializações, as áreas específicas, as distintas áreas do saber, possuindo cada uma fundamento e apoditicidade próprios, como ocorre, por exemplo, com a eletricidade (objeto muito citado por Bachelard em suas obras). A eletricidade é uma apoditicidade regional autônoma (RA, p. 142).

Dessa forma, tanto a física quanto a química possuem diversos objetos, que constituem seus racionalismos regionais. Portanto os racionalismos regionais são fragmentação do racionalismo, mas há um racionalismo geral com o qual os regionais se relacionam. Cada regionalismo é associado “à matéria que ele informa, aos fenômenos que ele rege, à fenomenotécnica que ele fundamenta”. Resta então a questão filosófica de relacionar os racionalismos regionais a um racionalismo geral. Bachelard designa esse racionalismo geral de “racionalismo integral” ou “racionalismo integrante” (RA, p. 153 e 155), que é instituído *a posteriori*, depois de estudados os fenômenos dos racionalismos regionais. O racionalismo integral ou integrante é um racionalismo dialético que, diante da multiplicidade dos objetos, organiza os racionalismos regionais, tornando-os signos da cultura científica, estruturando-os como possibilidades de múltiplas axiomáticas.

Porém, nessa estrutura maior, os racionalismos regionais mantêm sua autonomia, não sendo células do racionalismo geral. Com objeto, método, fundamento, apoditicidade própria, cada regionalismo é uma especialização, uma axiomática autônoma e dá base a uma fenomenotécnica. Mas todos os racionalismos regionais são coordenados dialeticamente pelo racionalismo geral, até porque, nas ciências físicas, existe uma linguagem comum a todos os regionalismos: a matemática, que os une dialeticamente. Assim, as diferentes aproximações do real são solidárias, sendo unidas, necessariamente, pelo código matemático e pela junção entre teoria e prática.

Os racionalismos regionais são especializações, termo que Bachelard emprega em *O materialismo racional*, referindo-se a produtos artificiais da química (produtos criados em laboratório com fórmulas específicas). Ele expõe:

A especialização é uma garantia de intencionalidade estritamente *penetrante*. [...] Sentimos perfeitamente que a especialização é uma raiz de cultura. Não há especialização sem uma consciência aprofundada, sem um aprofundamento de consciência.

Mas a vantagem filosófica do trabalho científico para uma meditação deste aprofundamento racionalista da consciência é que este trabalho é produtivo, é materialmente inovador: determina a criação de matérias novas. (MR, p. 243)

Assim, as regiões do saber científico objetivo são determinadas pela reflexão consciente. Não são encontradas numa fenomenologia de primeiro contato, não estão diretamente nos fenômenos. Só o pensamento racional pode constituir as regiões do saber, que são produto do racionalismo e se formam com o progresso do

conhecimento, em constante processo de retificação. É conciliando pesquisa, técnica e reflexão que se chega ao conhecimento objetivo.

Nesse sentido, a própria noção de “hipótese científica” tem uma caracterização própria no racionalismo aplicado, diferenciando-se do conceito de hipótese da tradição filosófica, porque tem o amparo da técnica nas ciências contemporâneas. A hipótese científica não se baseia em generalidades. É uma hipótese objetiva. É a hipótese de um pensamento construído sobre um fato científico e em parte concretizado por uma técnica. A hipótese do racionalismo aplicado tem “estrutura nocional” (RA, p. 157), tem um valor epistemológico diferenciado e se refere a um objeto determinado, como a hipótese atomística da física, por exemplo.

Uma relação de exemplos – objetos científicos e fatos científicos – expostos e analisados por Bachelard em todas as suas obras esclarece melhor o conceito de racionalismos regionais (bem como o de fenomenotécnica). Cada noção se constitui ou faz parte de um racionalismo regional. Os exemplos, para os quais ele dá atenção especial, são o centro do seu trabalho epistemológico e dão uma maior dimensão do mesmo. O racionalismo aplicado e a epistemologia indutiva se referem a fatos específicos. Bachelard não trabalhou com um racionalismo vago e geral, mas com racionalismos regionais, ou seja, noções e especializações das ciências físicas (física e química). Eis alguns dos exemplos que ele analisa, cita ou faz referência em seus livros e que, sob a análise de especialistas (físicos e químicos) configuram ou integram racionalismos regionais: ordem; grandeza; medida; extensão; contínuo; descontínuo; massa; eletricidade; luz; cores; refração da luz; prisma; raios luminosos; calor; espaço; tempo; propagação; movimento; energia; química sintética; ondas; spins; corpúsculos; geometria; triângulo; reta; curva; estrutura fina; átomo; molécula; metais; metais alcalinos; minerais; hidrogênio; hélio; éter; outros gases; corpúsculos elétricos; série; cadeia; elétron; cinética; conservação do espaço e da matéria; química dos complexos; substâncias catalíticas; trocas energéticas; substância-causalidade; fotoquímica; espectroscópio; conservação de espaço; matéria; conservação da matéria; trocas energéticas; categoria; categoria complexa; substância-energia; irradiação; estatística; probabilidade; probabilidade negativa; famílias de trajetórias químicas; princípio de Arquimedes; teorema de Pitágoras; teorema matemático da alavanca; elementos químicos; germânio; titânio; zircônio; carbono; silício; química orgânica; químicas

hiperorgânicas; corpos simples; corpos compostos; substâncias químicas de base (92 elementos químicos, 92 substâncias elementares); carbono tetraédrico; química quântica; valência; valência variável; valência invariável; quadrivalência do carbono; metileno; radical metileno; trivalência; trivalência do carbono; estrutura elétrica da molécula; molécula heteropolar; covalência; octocausalidade; electrovalência; coordinência; hexafeniletano; ligações electricamente heteropolares; estrutura electrónica dos gases raros; átomos dos gases raros; doublets de elétrons; funções orbitais tetraédricas; mesomeria; molécula, átomo; núcleo do átomo; radiação; química quântica; estado de transição; átomo perdido; átomo-multidão; grupos cromóforos; radicais químicos; substituição de radicais; absorção de molécula; batócromos; hipsócromos; substituição de átomo de hidrogênio; radiações infravermelhas; radiações hertzianas; radiações ultravioletas; raios X; raios gama; radioatividade; radioatividade artificial; radioelementos; etc.

O fato de usar muitos exemplos é coerente com a epistemologia bachelardiana, que se denomina “racionalismo aplicado”. Se é aplicado tem que ser aplicado em alguma coisa. É aplicado então sobre os fatos científicos. É coerente também com o seu caráter de pensamento *a posteriori*. Bachelard propôs uma epistemologia para uma ciência que já existia. Ele registrou e sistematizou, com detalhes, a realidade científica, dando o nome adequado a uma nova filosofia da ciência que faria justiça ao trabalho de cientistas que se debruçaram sobre o mundo do conhecimento científico, produzindo descobertas e teorias que mudaram os rumos do saber e da técnica.

Por causa dos casos científicos (os exemplos), muitos leitores de Bachelard são especialistas das ciências físicas e matemáticas, embora ele faça admoestações constantes é aos filósofos, que, nos tempos clássicos e antigos, refletiam e escreviam sobre tudo, inclusive sobre ciências, porque até então a ciência era considerada fácil, seus objetos nem sempre expressos em equações matemáticas, a ciência tinha um campo mais restrito de objetos, e todos os eruditos se arvoravam cientistas, opinando indevidamente sobre qualquer noção científica. Segundo Bachelard, os filósofos não conseguem mais acompanhar a ciência, devido à sua grande dispersão e subdivisão em especializações (racionalismos regionais) e fenomenotécnicas, e principalmente em razão do seu alto nível discursivo de pensamento de segunda aproximação sobre objetos específicos da física relativista, quântica e ondulatória.

2.5 Fenomenotécnica

Um conceito que se relaciona e de certa forma exemplifica os racionalismos regionais é o de fenomenotécnica, porque cada fenomenotécnica é uma racionalidade objetiva específica. Com a noção de fenomenotécnica, Bachelard pretende se afastar filosoficamente, no racionalismo dialético, do conceito de fenômeno definido por outras filosofias, visto no conhecimento comum, no estado pré-científico, no realismo. A noção de fenomenotécnica demonstra um avanço teórico-científico em relação ao tradicional conceito de fenômeno – ligado aos sentidos, ao concreto, ao mundo real – e usado para designar os fenômenos em geral. Assim, fenomenotécnica é o termo que substitui a palavra “fenômeno” na visão do racionalismo aplicado, que reúne empirismo e racionalismo.

No racionalismo das ciências modernas não há mais espaço para as generalizações. A ciência física aborda fatos epistemológicos determinados, específicos, vistos na sua real extensão, retificados por aproximações sucessivas, matematizados, resultantes da associação entre teoria e experiência, entre razão e técnica, entre pensamento e realização. Para expressar a dinâmica especial dos conceitos da ciência, que articula indissociavelmente extensão e compreensão, particular e universal, teoria e técnica, Bachelard usa o conceito de “fenomenotécnica”. Com o conceito de fenomenotécnica ele quer denotar o caráter do novo racionalismo, que processa a “estreita união da experiência com a razão” (FEC, p. 76). Quer dizer que, sobre o fenômeno físico, o racionalismo gera uma técnica de operação no mundo físico; gera um aparelho, um instrumento ou um processo de apreensão, explicação ou organização do mundo físico. Para Japiassú a fenomenotécnica indica “uma ciência de *efeitos* e não de fenômenos” (1976, p. 43). Fenômenos são teoria materializada, se tornam teoremas matemáticos (teoremas reificados), que por sua vez se tornam produtos, técnicas, aparelhos.

O conceito de fenomenotécnica expressa o dinamismo, a complexificação, a possibilidade de deformação, de retificações, de reaplicações diferentes dos objetos científicos, em sua construção e reconstrução, já que os objetos não estão prontos no mundo empírico. Só assim se atinge a objetividade do fenômeno, considerando-se que cada fenômeno particular é o “agrupamento” “das aproximações sucessivas bem ordenadas”, formando-se dessa maneira um “eixo de

pensamentos inventivos”, o que leva ao aperfeiçoamento dos conceitos. Sobre a fenomenotécnica lê-se em *O novo espírito científico* (NEC):

Entre o fenômeno científico e o noumeno científico, não se trata mais portanto de uma dialética longíngua e ociosa, mas de um movimento alternado que, após algumas retificações dos projetos, tende sempre a uma realização efetiva do noumeno. A verdadeira fenomenologia científica é pois essencialmente uma fenomenotécnica. Ela reforça o que transparece sob o que aparece. Ela se instrui pelo que ela constrói. (NEC, p. 19)

Bachelard diz que “a fenomenotécnica *prolonga* a fenomenologia. E que um conceito torna-se científico na proporção em que se torna técnico, em que está acompanhado de uma técnica de realização” (FEC, p. 77). Assim, dentro de uma “teoria dos conceitos proliferantes”, o termo “fenomenotécnica” é incorporado definitivamente ao seu raciocínio epistemológico como um conceito que enriqueceu a própria noção de conceito. O conceito passa a conter então, em sua gênese e gestão, no seu interior, na sua própria condição de conceito, o germe da sua própria deformação, em nome da sua própria vida, existência e permanência, sob pena de, em situação contrária, esclerosar-se e tornar-se obsoleto ou inútil à ciência. Isto é, o tom proliferante, polimórfico, multiforme, deformador, retificador passa a integrar a ontologia do conceito. O conceito está em constante processo de retificação.

A fenomenotécnica representa a união do teórico com o empírico, da razão com a prática, do abstrato com o concreto. Esse é mundo de trabalho do físico, que operacionaliza técnicas e aparelhos por meio de equações matemáticas. O físico chega ao “real científico” pela racionalidade, por meio da cooperação filosófica do aspecto racional e do aspecto técnico e empregando uma matemática especial, o que leva a uma perfeita precisão teórica das noções, dos objetos científicos e dos aparelhos técnicos. Em síntese, fenomenotécnica são os fatos científicos racionais e técnicos, em processo de realização.

2.6 A primazia do erro

O erro, que sempre esteve presente na ciência, é visto de modo especial por Bachelard, chegando mesmo a ser valorizado e bem-vindo, porque o erro abre caminhos para a verdade. Por aproximações, o conhecimento pode conhecer a verdade. Para Bachelard a verdade “refere-se unicamente aos processos de

conhecimento” (ECA, p. 230), e os processos se enriquecem em precisão nos domínios do conhecimento, na racionalidade sistematizada, dinâmica e em constante retificação. No contato com o real e a substância, com o fim de os compreender, eliminando alguns aspectos e elegendo outros, inevitavelmente o cientista cometerá erros, que serão retificados, como parte do processo dialético do conhecimento, aproximando-se cada vez mais da objetividade – e da verdade científica de objetos definidos e determinados; busca-se, pois, uma verdade *a posteriori* (sobre noções confirmadas).

Diferentemente de muitos filósofos (como os idealistas), Bachelard coloca o erro (“o motor do conhecimento”, ECA, p. 251) acima da verdade, porque, afastando-se erros, a verdade pode ser percebida: “o problema do erro nos parece mais importante que o problema da verdade; ou melhor, só encontramos uma solução possível para o problema da verdade quando afastamos erros mais refinados” (ECA, p. 246). Dessa forma, pode-se chegar ao conhecimento objetivo, à “objetividade conquistada” e a “centros imóveis” do conhecimento, o que se dá por meio da “mediação epistemológica”, uma tendência composta de fracassos e esforços contínuos de retificação. Assim, pode-se ter uma “segurança imediata e espontânea”, que não deve ser confundida com a “certeza” (ECA, p. 250), pois a certeza é “obra de reflexão”.

Um dos maiores exemplos da dialética das ciências físicas em relação ao erro foi o das experiências frustradas do físico Michelson com o éter, fato que despertou cientistas para a teoria da relatividade. Bachelard relata: “Sobre a própria base desta experiência negativa, outros físicos sutilmente decidiram que esta experiência negativa no sistema de Newton era positiva no sistema de Einstein” (NEC, p. 16). Vê-se então a dialética do erro na física. Um erro em ciência acaba sendo acerto, pois elimina uma possibilidade dentre muitas. “O físico não é facilmente desencorajado por uma experiência negativa” (NEC, p. 16).

Quanto aos físicos ousados, Bachelard afirma: “Eles realizaram precisamente, no plano da experiência, a filosofia do *porquê não*” (NEC, p. 16) – a filosofia do *porquê não* questiona princípios da física clássica antes inquestionados e tidos como verdades absolutas. A razão passou do “porquê” clássico e do “como se” ao “porquê não?”. Ao lado da analogia, instalou-se a paralogia. Por isso a filosofia científica contemporânea adota “princípios epistemológicos verdadeiramente novos” (NEC, p. 21), realizando a síntese entre a razão e a experiência. Ou seja, é

necessária uma epistemologia inovadora para expressar o “caráter inovador do espírito científico contemporâneo”, centralizado na física – “a ciência física contemporânea se apresenta como uma incontestável novidade” (NEC, p. 22). É por isso que as novas ciências requerem uma epistemologia não-cartesiana. Devido à complexidade das ciências do “porquê não?”, o conceito de analogia se apresenta insuficiente, sendo necessária a paralogia. A razão dá “lugar à paralogia ao lado da analogia” (NEC, p. 15). Como uma analogia errônea, a paralogia amplia o raciocínio, permitindo ao espírito adentrar caminhos bloqueados pela exigência das verdades simples.

Todo erro científico é ou pode ser retificado. O processo de retificação discursiva é o fundamento do conhecimento objetivo. E o conhecimento objetivo requer uma “pedagogia da atitude objetiva”, que é social e específica da ciência contemporânea. Por isso, em um processo social interativo, cada um admite seus erros e “tolices” em termos de conhecimento científico. Juntos, os cientistas acabam com o “orgulho das certezas gerais” e das “certezas particulares”. Trata-se de um “ascetismo intelectual que extingue todas as intuições”. Assim, os cientistas dizem juntos: “erro, não és um mal” (FEC, p. 298).

Trata-se não do erro vulgar, gratuito, das impressões primeiras, do estado pré-científico, feito por distração, “sem nenhum esforço do pensamento”, feito por “blefadores que contam com a sorte para adivinhar de supetão”. Mas sim do “erro positivo”, “normal”, “útil” em ciência. Isso porque não se está referindo a um simples contador de números, mas ao cientista. Para eliminar erros “mais capciosos” e chegar a “abstrações cada vez mais apuradas”, uma “pedagogia apurada” (pedagogia da ciência e não da escola; pedagogia no sentido de atitude ou postura científica) exige sociedades científicas complexas – sociedades científicas também apuradas, que realizem esforços lógicos e psicológicos.

Assim, a ciência contemporânea tem um valor educativo e se realiza em uma sociedade escolarizada. Destaca-se, portanto, o papel da escola. Ciência e escola estão em relação mútua. A ciência é educativa para a sociedade e a sociedade escolarizada contribui para o progresso da ciência. Dessa forma as qualidades da objetividade científica se desenvolvem cada vez mais, porque, quanto mais se torna social uma ciência, mais ela conquista bases objetivas.

2.7 A filosofia do não: caráter sintetizador

Na epistemologia bachelardiana, a “filosofia do não” realiza a síntese entre o espírito científico clássico (século XIX) e o novo espírito científico (século XX). Não se trata de superação de um pelo outro, mas de complementação entre ambos, como Bachelard define: “A filosofia do não surgirá pois não como uma atitude de recusa, mas como uma atitude de conciliação (FN, p. 22).

Essa filosofia é aplicada aos mesmos domínios estudados pelo epistemólogo (física, mecânica, química), mostrando o jogo das “dialéticas que modificam os conceitos e as suas ligações” (FN, p. 147). Com a dialética da “filosofia do não”, ele prova a relação entre teorias científicas anteriores e teorias contemporâneas correspondentes (relacionadas, que tratam do mesmo domínio ou tema).

Com o avanço da ciência, a “filosofia do não” representa “erros retificados” ou “erros subjetivos” acerca de noções científico-filosóficas, confirmando que “cada hipótese, cada problema, cada experiência, cada equação reclamaria a sua filosofia” (FN, p. 20). Esse processo se dá no que ele designa de “filosofia aberta”, “filosofia dispersa”, “filosofia distribuída”, “filosofia do pormenor epistemológico”, “filosofia científica diferencial”.

Japiassú diz sobre a obra *Filosofia do não*:

Mas é sobretudo na *Filosofia do não* (1940) que anuncia de modo bastante explícito a necessidade de se fundar uma nova filosofia das ciências. Necessidade de se instaurar uma filosofia verdadeiramente *adequada* ao pensamento científico contemporâneo, em permanente evolução. O subtítulo dessa obra é muito significativo: *Ensaio sobre a filosofia do novo espírito científico*. [...] é em *A filosofia do não* que vamos encontrar o texto fundamental concernente a esta filosofia inédita e pluralista. (1976, p. 34 e 42)

A “filosofia do não” foi uma intuição filosófica que Bachelard teve com seus estudos e questionamentos de cientistas sobre postulados e crenças das ciências até então realizadas. A “filosofia do não” se inicia com a geometria não-euclidiana, abrangendo ainda a medida não-arquimediana, a mecânica não-newtoniana, a física não-maxwelliana, as operações matemáticas não-comutativas ou aritmética não-pitagórica – e outros domínios.

Ela não é psicologicamente um negativismo. Ao contrário, tem uma atividade construtiva, afirmando que o espírito é um fator de evolução. Agrega

teorias antigas a novas, aproveitando ambiguidades e paradoxos, modificando e alertando o pensamento na sua abordagem do real. É integradora e tem caráter positivo, sendo, portanto, dialética. Assim, a filosofia do não é o caso de filosofia dispersa.

A filosofia do não apresenta dispersão nos “esforços de abertura do pensamento científico em três domínios tão diferentes quanto possível” (FN, p. 21). Os domínios que a embasam filosoficamente são: a) a categoria/a substância, vista sob um neo-kantismo; b) a intuição; c) a lógica.

Os princípios essenciais da filosofia do não encontram-se no seu valor sintético, na sua positividade e no seu caráter de complementaridade. A filosofia do não explica-se como uma positividade atuando sobre outra positividade; uma ordem posterior agindo sobre uma ordem anterior, alterando-a, complementando-a, alargando-a, enriquecendo-a; ou uma positividade sendo alterada, complementada, alargada, enriquecida por outra (a anterior pela posterior). Mas nesse processo nenhuma positividade é negada. Portanto não se trata de um processo de teor negativo e sim de um teor positivo. Uma racionalidade (teoria, pensamento, tendência, construto) não exclui, não elimina, não condena a outra. E todo o processo se realiza sob sistematização e regras, sob argumentação cientificamente comprovada. Bachelard precisa ser citado *ipsis litteris*:

A filosofia do não não é uma vontade de negação. Não procede de um espírito de contradição que contradiz sem provas, que levanta subtilezas vagas. Ela não foge sistematicamente às regras. Pelo contrário, ela 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. (FN, p. 190)

É um processo de contrapor conhecimentos, conteúdos, regras científicas e filosóficas. Mas contrapor sem contradição. De dialetizar noções fundamentais, de discutir, no âmbito científico-filosófico, resultados adquiridos. É uma “acção polêmica incessante da razão”, revendo-se continuamente, dentro do seu próprio sistema, a fim de evoluir, avançar, progredir. É a razão retificando-se a si mesma, com novos fundamentos racionais produzidos pela ciência.

Esse é o princípio da “filosofia do não”, que atua dialeticamente por justaposição, complementaridade e união. Para entender o novo espírito científico, os princípios das novas ciências e apostar no devir científico, o próprio espírito

precisa se transformar. É necessário mudar os métodos elementares do pensamento, que eram considerados naturais porque não eram desenvolvidos. Assim, a eficácia do conhecimento depende agora da transformação do pensamento. Bachelard frisa a abertura da mente para o novo e para a pluralidade e variações do pensamento, o que deve ser feito pela pedagogia da razão. Trata-se de um novo pensar. Esse é o perfil do novo espírito científico, revelado pela “filosofia do não”.

Bachelard apresenta ou se refere à filosofia do não em diversos domínios: não-substancialismo, não-kantismo, não-química, eletricidade/física não-maxweleana, química não-lavoisiana, medida não-arquimediana, aritmética não-pitagórica, geometria não-euclidiana, operações não-comutativas, mecânica não-newtoniana, não-causalismo, não-determinismo, não-individualismo, não-analiticidade, não-cartesiano, lógica não-aristotélica, não-psicologismo, etc. A “filosofia do não” não confronta, mas realiza uma síntese entre dois estados científicos. Portanto na dinâmica e na essência da filosofia do não há sempre uma ordem posterior que nega, mas expandindo e complementando a ordem anterior, dentro de um processo dialético do conhecimento. Assim, por meio de rupturas, de retificações e aproximações, de negações positivadas, o conhecimento é psicanalisado, conceitos são purificados pela matemática, e a ciência avança.

Nesse processo é importante a posição do filósofo. O filósofo precisa compreender o movimento epistemológico coerente da ciência, agindo também progressivamente, por aproximações: “O filósofo que quer aprender o ultra-racionalismo não deve pois instalar-se de uma só vez no ultra-racionalismo. Deve experimentar as aberturas do racionalismo umas após outras. Deve procurar um a um os axiomas a dialectizar” (FN, p. 193). Assim, razão, espírito científico e filósofo seguem os ditames do conhecimento científico objetivo. Tudo isso redundando na própria transformação do espírito, que acarreta outras transformações. Bachelard escreve:

O espírito será então devolvido à sua função de mutação; para se transformar tirará proveito de todas as transformações. Verificará que, no convidá-lo para um novo pensamento, a ciência contemporânea lhe conquista um novo tipo de representação, portanto um novo mundo. (1976, FN, p. 171)

Perfil epistemológico e permanência são duas noções que estão na base da “filosofia do não”. Isso porque a “filosofia do não” é elaborada com as duas

últimas epistemologias das noções científicas: o racionalismo e o surracionalismo, ou seja, com a física clássica e a física relativista. Na filosofia do não é feito um contraponto entre o racionalismo instruído, pensado, e o racionalismo de um nível acima, superior, mais sutil, da antimatéria, da máxima abstração matemática, da dessubstancialização da matéria – entra na “filosofia do não” o não-substancialismo, válido para a física e a química.

A “filosofia do não” é múltipla, abrangendo vários domínios abordados em franca oposição ao positivismo, ao cartesianismo, por meio de uma síntese dialética surracionalista, em uma coordenação de descoordenações, que, em física, química e matemática, coordenam-se em torno dos princípios da teoria da relatividade.

Com a “filosofia do não”, Bachelard declara que “argumentos novos, argumentos menos sólidos”, dentro de uma função filosófica, “para atingir a zona em que o espírito pensa hesitando”, em que o espírito “se arrisca fora da sua própria experiência” e “se oferece com uma tranquila imprudência a todas as polêmicas” (FN, p. 129). Esse método de interpretação da realidade é revolucionário porque antes se procedia prudentemente por meio de análises seguras, lineares, segmentadas em partes claras e já postas, dentro dos cânones clássicos da ciência. O espírito necessitava de certezas, e só isso lhe dava segurança. No entanto, essa capacidade analítica segura, que tinha aplicação geral, passou a ser questionada pelo novo espírito científico após a teoria da relatividade, a matematização da física e a aceitação das noções negativas e incertas – que eram rechaçadas pelo pensamento científico-filosófico tradicional, mas aceitas pelo pensamento discursivo matemático do novo espírito científico, que sabia lidar com a incerteza amparada pela matemática.

2.7.1 A não-substancialização na química

Um dos exemplos da “filosofia do não” é o conceito de não-substancialização, que realiza a ponte dialética sintetizadora entre a química clássica e a química relativista (quântica e ondulatória). Com a dessubstancialização, isto é, com a dilatação da noção de substância, esta (a substância) ganha em abstração científica e em status epistemológico, passando a

atuar efetivamente como uma categoria. E a química, antes no formato da alquimia, passa por uma interpretação racional seguindo o método de filosofia dispersa constituída de cinco filosofias (realismo ingênuo; empirismo claro e positivista; racionalismo clássico; racionalismo completo/relatividade; racionalismo dialético discursivo ou surracionalismo). Dessa forma é possível realizar “uma dialética da noção fundamental de substância”. Se a dialética é possível em uma noção, essa noção passa ao nível de categoria, conforme expõe Bachelard:

Com efeito, segundo pensamos, a dialectização de uma noção prova o carácter racional dessa noção. Um realismo não se pode dialectizar. Se a noção de substância se pode dialectizar, teremos nisso a prova de que ela pode funcionar verdadeiramente como uma categoria. (FN, p. 73)

Uma interpretação racional da Química mostra o percurso epistemológico desse domínio na evolução ternária do conhecimento – espírito pré-científico, espírito científico e novo espírito científico. Entre o primeiro e o segundo estado há uma verdadeira ruptura. O segundo estado nega, no sentido de negatividade negativa, o primeiro. São epistemologias absolutamente diferentes e opostas. Na cultura objetiva do realismo instruído formada a partir do estado científico, não existe mais espaço para o realismo ingênuo.

Com a hierarquização e a psicanalisação do realismo, a substância é colocada em níveis diferentes, o que demonstra que nem tudo é real da mesma maneira, e a substância não tem em todos os níveis a mesma consistência, a mesma coerência. A noção de substância varia. Assim é que a química muda de teor entre o segundo estado (século XIX) e o terceiro (século XX). Se em seu nascimento, em sua forma elementar, em suas experiências primeiras, a química foi realista, com base na noção de substância, o seu desenvolvimento se demonstrou espetacular.

No século XIX, as descobertas químicas referentes aos corpos simples apresentaram grande sucesso já no realismo. A cada década um novo corpo era descoberto. Ocorreu na química um grande pluralismo, que, no entanto, trouxe mais simplicidade a essa ciência. Bachelard escreve: “A filosofia química, que era complicada e fragmentada com quatro elementos, torna-se simples com noventa e dois elementos! Escrevemos em tempos um livro inteiro para expor este paradoxo⁷” (FN, p. 79).

⁷ Trata-se de *Le pluralisme cohérent de la Chimie moderne*, 1932.

Com o avanço do racionalismo, deu-se na química uma inversão entre concreto e abstrato, pois a ordem das substâncias impôs-se como uma racionalidade, e a lei passou a anteceder o fato (com teorias passou-se a criar matéria). Enquanto a maioria dos químicos ainda lidava com substâncias reais, Mendeleiev criou um quadro de grande poder organizante da química, fazendo nascer uma metaquímica, que conduziu a química a sucessos cada vez mais numerosos e mais profundos. A metaquímica de Mendeleiev conferiu à ciência das substâncias o poder de prever, antes da descoberta e comprovação na experiência, as propriedades de substâncias ainda desconhecidas, que passavam a ter existência real a partir de operacionalização de equações matemáticas. Bachelard declara a respeito: “O poder organizante do quadro de Mendeleiev é tal que o químico concebe a substância no seu aspecto formal antes de a captar nos seus aspectos materiais” (FN, p. 79).

A metaquímica provocou uma profunda revolução da filosofia química, tornando possível dispersar o substancialismo – ou seja, interpretá-lo nas diversas filosofias. Uma prova da dessubstancialização é o fato de as verdadeiras substâncias químicas serem mais produtos da técnica do que corpos encontrados na natureza. Em química o real passou a ser considerado uma realização. Para Bachelard, isso “supõe uma racionalização prévia de tipo kantiano” (FN, p. 73). As realizações multiplicaram-se em química pelo processo da química sintética. A química não permaneceu no reino da natureza com as matérias primas, como corpos puros, realizando apenas, com os métodos de análise, o mero estudo realista da substância. Os métodos de síntese foram fundamentais para a evolução da química.

Assim, o químico constrói com base em concepções teóricas prévias. O real muda de tom, passa a ser o real construído e teorizado antes. A nova química procura um plano de realizações, um método de estudo, de organização e operacionalização. Não busca uma generalidade. Trata-se da química racionalizada e abstrata, que formula e cria o desconhecido. Assim, um forte *a priori* passa a governar a experiência. O real passa então a ser a realização, e só é seguro em uma ordem de criação progressiva e racional, movido por uma sistematização interna.

Evidentemente, a inversão que o racionalismo opera no realismo não é total; persistem correntes de realismo na filosofia química moderna; não sendo,

portanto, o racionalismo aplicado em bloco na química; porém as sínteses tornam-se cada vez mais sistemáticas, provando que o racionalismo é uma filosofia de síntese que opera com um método indutivo cada vez mais abstrato.

No perfil epistemológico da química, chega-se ao númeno químico (na epistemologia científica física de Bachelard, chega-se ao númeno por meio do número, isto é, da matematização), pelo não-kantismo, com a elaboração de esquemas e formas geométricas, “verdadeiras funções numerais”, tanto na química orgânica quanto na química dos complexos. Tais fórmulas revelam *a priori* experiências químicas possíveis e impossíveis. Bachelard acredita na associação desse númeno químico à substância química e esclarece: “Este númeno é complexo e reúne várias funções. Seria rejeitado por um kantismo clássico; mas o não-kantismo, cujo papel é o de dialectizar as funções do kantismo, pode aceitá-lo (FN, p. 83). Ele esclarece sobre o númeno:

A ordem tradicional da experiência realista é invertida. O númeno guia a investigação e a determinação precisa de substância. E como que para acabar a distinção do númeno e do fenômeno, eis que no númeno se acumulam leis que, a maioria das vezes, são contraditórias com as leis deduzidas pela fenomenologia primeira. Forçando a nota para salientar o paradoxo, poderíamos dizer: *o númeno explica o fenômeno contradizendo-o*. Pode explicar-se o fenômeno com leis numerais que não são leis do fenômeno. (FN, p. 85-86)

Dessa forma, no surracionalismo, surge uma não-química por meio da ligação entre química e física, realizada pela filosofia do não. Elementos químicos são explicados por meio de organizações de corpúsculos elétricos. Bachelard afirma: “Para apoiar a química constituiu-se uma espécie de não-química. De tal forma que acaba de surgir uma electricidade não-maxweleana para construir uma doutrina da substância química não-kanteana” (FN, p. 84). Relacionam-se substância e energia, para uma revisão completa da filosofia química, pela qual a substância seria purificada, por meio de aproximações sucessivas, o que se daria em direções dialéticas ainda não estudadas pelos químicos.

Nesse domínio ou racionalismo regional, passam por retificações muitas noções e objetos científicos (do trabalho cotidiano da química e da microfísica), como corpúsculos elétricos; fisicalização da química; série, ordem, cadeia; elétron; cinética; conservação do espaço e da matéria; química dos complexos; substâncias catalíticas; trocas energéticas; categoria complexa; substância-causalidade; substância-energia; fotoquímica; espectroscópio; conservação do espaço;

conservação da matéria; trocas energéticas; categoria; categoria complexa; substância-energia; radiação; etc. – com as devidas fórmulas, operações e equações matemáticas correspondentes.

Na aplicação da filosofia do não à química, entra uma química não-lavoisiana. Segundo Bachelard (FN, p. 94), a química não-lavoisiana “nega simultaneamente a universalidade da substância-realidade e a universalidade da substância-categoria”, sendo fundada “na noção de *dinamização* da substância química”; o que impõe “a necessidade de uma revisão completa da filosofia química”. Ele afirma: “Vemos pois claramente a necessidade de superar a Química lavoisiana” (FN, p. 94). Como todas as actividades científicas da filosofia do não, a química não-lavoisiana não despreza a química clássica. Ela apenas organiza uma química mais geral, uma panquímica – assim como a pangeometria fornece o plano de todas as possibilidades de organização geométrica.

A química não-lavoisiana foi realizada por Paul Renaud, que se refere à noção de “trajetórias químicas”, trabalhando com os conceitos de representação (como exposto por Pierre Maurice Marie Duhem) na abordagem do espaço real e do espaço representado (pensado). O espaço representado ou pensado é teórico, abstrato, metafórico, configurado – e é o verdadeiro espaço científico.

Assim, o verdadeiro fenômeno científico é configurado, reunindo um complexo de experiências que não se encontram efetivamente na natureza. Então é necessário um estudo sistemático da representação (estudo que os filósofos não fazem), pois a representação seria o intermediário mais natural para determinar as relações entre o nùmeno e o fenômeno. Em nota de rodapé⁸, Bachelard solicita maior estudo desse tipo de representação. Dessa forma, do ponto de vista metafísico, a noção de trajetória química proposta por Paul Renaud favorece “uma prodigiosa extensão da filosofia química” (FN, p. 103). A noção de trajetória química poderia trazer avanços para a química em um nível superior, como o das operações químicas. A noção de trajetória química permitiria seguir melhor a evolução das operações químicas e seria “um novo meio para melhor unir as condições físicas e químicas que permitem uma definição precisa das substâncias” (FN, p. 105).

Na produção da química não-lavoisiana, aprofundando as ideias de Paul Renaud, poderia ser elaborado um gráfico com as famílias das trajetórias químicas.

⁸ Segundo Bachelard: “são numerosas as páginas em que a ideia de *representação* é evocada, sem que no entanto tenha sido tentada uma teoria sistemática da representação”.

O objetivo é a dialetização da química sob a filosofia do não para se produzir uma química não-lavoisiana. O gráfico, no plano da representação, traria o conjunto das experiências para a purificação e determinação das substâncias. Seriam feitas famílias de trajetórias químicas, na visão de um pluralismo que reuniria os casos das operações químicas relacionadas entre si.

Porém a grande contribuição de Paul Renaud não reside na reunião das famílias das trajetórias químicas em conjunto e sim em uma ideia que ele teve a partir disso. Essa ideia leva à física relativista, quântica e ondulatória. A ideia inicialmente pareceu paradoxal, mas é rica, inovadora, ousada. Bachelard pergunta ao Paul Renaud:

Uma vez que as trajetórias químicas estão agrupadas em família, não serão elas susceptíveis de um agrupamento complementar na base da complementaridade dos raios luminosos e das ondas? [...] Se esta sugestão for fecunda, uma representação “ondulatória” da Química deve coordenar estados substanciais congêneres. (FN, p. 106)

Nesse aspecto, todas as ciências físicas se igualam. Na segunda aproximação (a partir da teoria da relatividade), todas têm representação ou precisam ser representadas, sob pena de não terem o *status* de científicas. Então, se a mecânica descreve uma trajetória, a química também pode (e deve) descrever. Associam-se química e física, no campo da representação. E no nível da representação, pode-se fazer intervir o princípio da indeterminação da física. O princípio da indeterminação “se repercute cada vez mais em toda a ciência contemporânea” e “intervirá (...) entre as condições físicas e as condições químicas – entre as determinações exteriores da Física e as determinações interiores da Química” (FN, p. 106).

A dialetização da química tem então, em um nível mais abstrato, estreita relação com a física. E distancia-se cada vez mais do realismo. Trata-se de uma metafísica absolutamente nova na definição da substância. Ou seja, “Numa *filosofia do não* surge um novo aspecto metafísico da noção de substância” (FN, p. 107).

Na redefinição de substância, entra a noção de “substância”, proposta por Whitehead, que faria parte de uma metaquímica. Haveria então uma diferença fundamental entre “substância” e “sobstância” (sob-estância). “Substância” é termo e conceito da química lavoisiana, que é realista, de primeira aproximação. “Sobstância” seria termo e conceito da metaquímica, que é abstrata, teórica, representada, ondulatória, ligada à física, e de segunda aproximação. Bachelard

esclarece quanto às noções de “substância”, “sub-estância”, “sob-estância” e “ex-estância”, marcando a passagem para o nível de categoria kantiano com a fase ondulatória:

Deste modo, o conjunto de palavras sub-estância, sob-estância, ex-estância constituiria – enquanto não temos outra coisa melhor! – o jogo de conceitos puros necessários para classificar todas as tendências da metaquímica. A substância constitui o objeto da química lavoisiana. A sob-estância e a ex-estância corresponderiam então às duas direções da química não-lavoisiana (...). A categoria kantiana seria pois triplicada num ultraracionalismo não-kantiano.

Com esta teoria da ex-estância, o determinismo absoluto da evolução das qualidades substanciais vai afrouxar; vai passar da fase *pontual* à fase *ondulatória*. (FN, p. 108)

Bachelard ainda prossegue:

Como vemos, uma química não-lavoisiana é um caso particular daquilo a que em *O novo espírito científico* chamamos a epistemologia não-cartesiana. Como teremos muitas vezes a ocasião de assinalar, as diversas descoordenações operadas pela *filosofia do não* coordenam-se. (FN, p. 109-110)

Em mais uma referência à dialetização do realismo pelo surracionalismo, Bachelard parafraseia a célebre máxima de Lavoisier: “Ao *nada se perde* do realista, seria necessário opor o *tudo se distribui* dos discípulos de Dirac” (FN, p. 120). Essa afirmação significa a total dessubstancialização da química por meio da junção com a física – o que se vê na filosofia do não-substancialismo.

2.7.2 A não-analiticidade

Outra aplicação da “filosofia do não” é sobre a teoria da analiticidade⁹, à qual se contrapõe – porém complementando, realizando síntese – a não-analiticidade, que amplia a primeira. Com isso, novamente existe a possibilidade de “estabelecer um kantismo de segunda aproximação, um não-kantismo susceptível de incluir a filosofia criticista superando-a”, com base na física e na matemática de segunda aproximação. A matemática pura, trabalhando as noções de espaço e tempo, “prepara conexões capazes de se oferecerem como quadros prévios à física de segunda aproximação, à física do micro-objeto” (FN, p. 131).

⁹ A analiticidade é uma exigência da matemática e da física clássicas para as trajetórias espaciais; já a física ondulatória propõe uma constituição não-analítica das trajetórias físicas, conceito ainda artificial, porém sustentado pela matemática relativista.

Nessa tarefa é preciso eliminar tudo o que há de mecânico, físico e biológico, dando ao espaço a sua função pura de conexão, cujos princípios são encontrados apenas no infinitamente pequeno, que é um número: “Notemos em primeiro lugar que o infinitamente pequeno é um número” (FN, p. 132). Dentro dessa ideia, a conexão linear e a noção de reta são psicanalisadas, eliminando-se as experiências ingênuas, intuições comuns e totalitárias, que prejudicaram noções científicas já na primeira aproximação. Psicanalisam-se também outras noções da física, como raio luminoso, trajetória mecânica, arremesso, trajeto, trajetória do micro-objeto, tangente, etc., sob a visão do novo espírito científico.

A ideia central para a crítica à analiticidade clássica e a introdução do conceito de não-analiticidade é a mecânica ondulatória, dentro da tendência dialetizante da ciência contemporânea, que adota várias probabilidades teóricas – princípio que sustenta a microfísica.

Um exemplo de não-analiticidade vem dos trabalhos de Adolphe Buhl¹⁰, que aborda as noções de círculo, raio, curvas, arco de curva, arco circular infinitesimal, coordenadas polares, diâmetro, equação diferencial, círculos tangentes, ponto, trajetórias, arcos de circunferência (e suas respectivas fórmulas e equações matemáticas). Mais uma vez a solução vem da matemática. Essas noções matemáticas são abordadas sob a visão da analiticidade e da não-analiticidade (que convive também com a ambiguidade, como outras teorias e soluções da ciência do surracionalismo). Tais ideias revolucionárias vêm de um cientista curioso, ousado, que ultrapassa o comum, o cientista dialético do surracionalismo, que opta por intuições mais criativas e científicas, mesmo que indeterminadas. Trata-se, segundo Bachelard, do cientista livre, oposto ao cientista acomodado, de visão curta, preguiçoso – como o cientista do realismo e do racionalismo simples, que opta por intuições grosseiras e limitadas, preso a dogmas e determinismos. Essa nova ciência possui ambiguidades e indeterminações, que, porém já são previstas, e o novo cientista lida com elas com tranquilidade porque aceita o leque de opções que se abre a conceitos antigos quando encarados sob novas visões e também porque sempre há equações matemáticas endossando cada ideia. Assim, a ambiguidade é conservada e bem-vinda porque pode trazer soluções avançadíssimas, desde que o espírito acredite e se disponha a pesquisá-las. Bachelard escreve sobre o trabalho de Buhl: “O talento do trabalho de Buhl consiste em integrar verdadeiramente a

¹⁰ Adolf Buhl (1878-1949): matemático e astrônomo francês.

ambiguidade *ao longo* de toda a curva integral, ao passo que uma intuição preguiçosa se limita a associá-la à origem das trajectórias” (FN, p. 135-136). Dessa forma a não-analicidade do surracionalismo avança “aos solavancos” (FN, p. 138), sob a indeterminação do infinitamente pequeno, que é fragmentado, mas que apresenta uma continuidade na trajetória de seus elementos.

Na dialética entre analiticidade e não-analiticidade, sobressai a liberdade e a sutileza da segunda, ficando patente que, no determinado e real linear, encontra-se a indeterminação, encontram-se estruturas finas que sustentam a micromecânica e a microfísica – a segunda aproximação, que passou a dominar nas ciências físicas. A microfísica não aceita mais as trajetórias analíticas da experiência comum. Buhl mostrou desenhos diferentes (subdesenhos) das trajetórias do infinitamente pequeno, apresentou umas estruturas finas, uma reta tremida, “um verdadeiro arabesco que representa precisamente o indeterminado de segunda aproximação”. Bachelard escreve sobre as descobertas de Buhl:

[...] *toda a estrutura linear real ou realizada encerra estruturas finas*. Esta finura é mesmo ilimitada. Trata-se, na realidade, “de uma estrutura indefinidamente fina”. Vemos pois surgir no domínio da geometria pura o conceito de *estrutura fina* [...]. Parece que os trabalhos de Buhl esclarecem *a priori* muitos problemas da micromecânica e da microfísica. [...] Com efeito, quando existe contradição entre a intuição primeira e a intuição fina, é sempre a intuição primeira que está errada. (FN, p. 138 a 140)

A segunda aproximação trabalha com o diversificado e desconhece o irreversível – é o próprio dinamismo, as probabilidades impossíveis, a criatividade ilimitada em ciência. Evidentemente, sempre com o respaldo da matemática, na condição de linguagem simbólica que representa as “propriedades da organização fenomenal”. Com várias demonstrações matemáticas, Bachelard confirma que a microfísica é segura quanto às novas teorias sobre as trajetórias diversificadas dos elementos do átomo. Ele atribui a Buhl a produção da não-analiticidade nas “conexões espaciais elementares”; e diz que, com suas trajetórias consideradas “muito artificiais”, Buhl produziu uma revolução na ótica moderna; e que “a família das trajectórias buhlianas constitui o conjunto dos trajectos possíveis para raios luminosos”. As revoluções da segunda aproximação em microfísica não assustam mais os físicos. Bachelard diz sobre as trajetórias de Buhl: “Esta é uma conclusão já vulgar em microfísica” (FN, p. 140). E um detalhe importantíssimo é que essas criações artificiais da segunda aproximação clareiam o real natural. Bachelard escreve relacionando as teorias de Buhl e Heisenberg:

[...] a síntese artificial realizada por Buhl vê aumentar cada vez mais o seu poder de explicação para os fenômenos naturais. Deste modo, é interessante constatar com Adolphe Buhl que as incertezas complementares organizadas por Heisenberg encontram uma ilustração muito útil na propagação buhliana. Podemos com efeito associar o tema do princípio de Heisenberg às intuições finas inteiramente geométricas organizadas por Buhl [...].

A obra de Adolphe Buhl realiza pois uma verdadeira racionalização do princípio de Heisenberg. (FN, p. 141-142)

Evidentemente o perfil epistemológico do princípio de Heisenberg não entra no realismo, mas tão-somente no racionalismo e no surracionalismo, porque tal princípio não se aplica em experimentos, desenvolvendo-se apenas no plano numenal da ciência teórica. O “sucesso avassalador” do princípio de Heisenberg levou a sua rápida generalização. Assim, ele passou ao status de “lei geral”, assumindo o papel de “regra”, de “axioma”. Tornou-se um *a priori* do tipo kantiano. Bachelard declara sobre o princípio de Heisenberg:

No nosso livro sobre *A Experiência do espaço na física contemporânea* mostramos que o princípio de Heisenberg se tornara o axioma específico da microfísica. O espírito científico de segunda aproximação podia pois considerar o princípio da incerteza como uma verdadeira categoria para compreender a microfísica, uma categoria que se adquire indubitavelmente através de um longo esforço, numa modificação heróica e decisiva do espírito. [...]

[...] um perfil epistemológico relativo ao princípio da incerteza seria um perfil muito excepcional. [...] Desenvolver-se-ia pois unicamente nas regiões racionalistas e ultra-racionalistas. A microfísica que se desenvolve sobre este princípio é por essência numenal; para a constituir é necessário colocar o pensamento antes da experiência. (FN, p. 143-145)

2.7.3 A lógica não-aristotélica

A lógica não-aristotélica é mais um caso de aplicação da filosofia do não. No mundo científico criado pela microfísica de Heisenberg, com o império de leis físicas revolucionárias, há também necessidade de outras lógicas, a fim de contemplar raciocínios diferentes da lógica clássica tradicional. Assim, a filosofia do não é aplicada à lógica clássica de Aristóteles. À lógica aristotélica se contrapõe uma lógica não-aristotélica pelo princípio da filosofia do não.

Nesse domínio destaca-se o trabalho do russo Korzybsky¹¹, que, no desejo de produzir mudanças pedagógicas, inovou na América quanto ao tema das

¹¹ Alfred Korzybsky (1879-1950): filósofo polonês radicado nos Estados Unidos.

lógicas não-aristotélicas, exercendo influência em um grupo de pensadores. Em síntese, as lógicas não-aristotélicas vão contra a noção de objeto genérico.

Captando na sua origem “os diversos eixos da dialéctica lógica”, Bachelard vai a Kant, que, em *Crítica da razão pura*, estabelece uma diferença entre a “lógica transcendental” (“lógica geral” ou “lógica absoluta”) – cujo objetivo é fornecer “as regras absolutamente necessárias do pensamento”, para que haja entendimento, não importando os objetos tratados – e a “lógica aplicada” (ou “lógica da utilização particular do entendimento”), que contém as regras “para pensar correctamente determinadas espécies de objectos”. Essa segunda lógica, portanto, “permanece solidária do princípio da objectivação”.

A lógica geral se liga à física do objeto genérico, segundo Ferdinand Gonseth (FN, p. 149). Essa lógica é fixa em si porque tem que atender a um objeto genérico. A física do objeto genérico é a base da lógica transcendental e da lógica aristotélica. Essa lógica tem uma “especificidade substancial” e “guarda a especificidade da localização geométrica euclideana”. É inegável a relação entre a lógica aristotélica e a física tradicional. “Com a física, o princípio se aplica a objectos. Com a lógica, o princípio aplica-se a conceitos”. Assim, a lógica aristotélica é “definida como a física dos objectos genéricos, tendo estes objectos genéricos assegurada a estabilidade da sua essência, a eternidade da sua substância” (FN, p.168-169).

Esses princípios lógicos não combinam mais com as ciências contemporâneas porque “agora a ciência nos leva a considerar um objecto que contraria os princípios da localização euclideana [...] ou um objecto que contraria os princípios da permanência substancial” (FN, p. 150). Ou seja, o princípio lógico do objeto genérico satisfazia a organização crítica clássica e o conhecimento científico clássico, porém não satisfaz o conhecimento científico dialético atual.

É importante lembrar aqui dois obstáculos epistemológicos tratados por Bachelard em *A formação do espírito científico*: o da “generalização” e o da “substancialização”. Na base desses obstáculos estava a lógica de Aristóteles, que tinha (tem) as noções de substância e de generalidade.

Existe uma solidariedade entre a geometria euclidiana, a lógica aristotélica e a metafísica kantiana – teorias amparadas pelo objeto genérico. Porém os novos objetos científicos abandonam a localização euclidiana. O princípio de Heisenberg sobre a microfísica requer um conhecimento de segunda

aproximação, operando no plano abstrato da representação, no “espaço pensado”, no “tempo pensado” – e não no nível do fenômeno ou da substância.

Para se entender melhor, é preciso estabelecer a diferença entre “fenômeno” e “coisa” e entre “objetos em movimento” e “objetos em repouso” (FN, p. 155). A ciência moderna não é “coisista”, porque não pretende conhecer coisas e sim fenômenos. Como coisa entende-se “fenômeno parado”. A ciência moderna quer compreender o fenômeno em movimento, bem como o “objeto pensado”, o “tempo pensado”, o “espaço pensado”, como determinam teorias da física contemporânea.

Assim, em oposição à lógica aristotélica, deve-se procurar uma nova lógica para acompanhar o dinamismo do objeto das ciências contemporâneas comandadas pela teoria da relatividade (com os micro-organismos). Só uma lógica não-aristotélica poderia chegar à representação e ao não-substancialismo, próprios do surracionalismo. O movimento dos micro-objetos requer uma nova lógica (ou novas lógicas), que estude os novos objetos dinamizados da ciência. Dessa forma é preciso fazer a dialetização da lógica dentro de um princípio básico: se se apresentam novos objetos, que são essencialmente dinâmicos e pluralizados, a lógica terá então que se pluralizar. “Será pois necessário modificar o jogo dos valores lógicos; em suma, é necessário determinar tantas lógicas quantos os tipos de objectos genéricos” (FN, p. 156).

Já existem, na filosofia das ciências contemporâneas, várias tentativas de coordenação de lógica não-aristotélica (FN, p. 156). Um exemplo é Oliver L. Reiser¹², que em um artigo mostra como a demonstração é “baseada na solidariedade da lógica e da experiência”. Reiser trabalha com “proposições de essência científica”, “num quadro de teses e antíteses”. Um exemplo claro de se compreender vem da redação das proposições. O par de antinomias “O electrão é um corpúsculo” e “O electrão é um fenômeno ondulatório” passa a ser reescrito com a expressão restritiva “em certos casos”: “Em certos casos, a função eletrônica resume-se numa forma corpuscular” e “Em certos casos, a função eletrônica desenvolve-se numa forma ondulatória”. Assim, a diferença de proposições em relação à nova ciência contrariam hábitos antigos formados com a lógica aristotélica, de estrutura mais simples.

¹² Oliver L. Reiser (1895-1974). Filósofo norte-americano.

Portanto a lógica clássica não consegue seguir os caminhos desconhecidos das teorias corpusculares e ondulatórias, cujos conceitos se difractam, deformam-se, seguem caminhos desconhecidos e plurais. Reiser, citado por Bachelard, mostra isso, trabalhando com a solidariedade entre a ciência newtoniana e a lógica aristotélica, porém mostrando, ao mesmo tempo, uma outra solidariedade entre a ciência não-newtoniana e a lógica não-aristotélica. Ele fez o mesmo com outros objetos científicos, usando a lógica aristotélica, entretanto demonstrando a necessidade de uma lógica não-aristotélica.

Dessa forma, o trabalho de Reiser ilustra perfeitamente a “filosofia do não”, que não nega totalmente o pensamento anterior, mas que, em seu jogo dialético (jogo dialético da “filosofia do não”), abrange o pensamento anterior, ampliando-o. É necessária então um “panlógica” a fim de indicar o novo pensamento, que se tornou plural, maior, com várias possibilidades. Reiser observa que as duas lógicas – aristotélica e não-aristotélica – não são incompatíveis entre si; apenas a segunda é mais ampla e mais geral que a primeira. “Tudo o que é correcto em lógica restrita permanece naturalmente correcto em panlógica. A recíproca é que não é verdadeira” (FN, p. 159).

Assim, devem ser psicanalisados diversos conceitos da lógica, como “lei”, “postulado”, “evidência”, “proposições evidentes”, “postulado ou princípio de tautologia”, “postulado ou princípio de identidade”, etc., a fim de que se renovem de acordo com a nova ciência. O espírito filosófico clássico questionava pouco, fato que deve ser considerado historicamente, pois a lógica clássica respondia à ciência de determinada época. Não se pode negar que foi a teoria da relatividade que suscitou o questionamento da lógica clássica. A lógica clássica se apresentava como o código de todas as regras do pensamento normal, qualquer que fosse o objeto do pensamento. Essas regras eram boas e fecundas, satisfazendo a física newtoniana. No entanto a física einsteineana não se adéqua à lógica clássica.

Reiser dialetiza postulados clássicos à luz da ciência da relatividade, mostrando como eram e como ficariam na nova interpretação. Ele apresenta oito (08) exemplos, dos quais citaremos apenas um (o primeiro exposto) a fim de mostrar esse trabalho. Esse exemplo é suficiente para se ter uma ideia do processo de dialetização promovido por Reiser, no qual o novo pensamento abarca e amplia o anterior, provando que os postulados clássicos não representam verdades absolutas, não são “verdade de evidência”, podendo inclusive constituir obstáculo

epistemológico, e endossando-se o caráter de devir da ciência (como representação dos fatos da experiência). Dessa forma fica clara a dialética: não se elimina o pensamento anterior, mas ele não é suficiente para dar conta da realidade.

O exemplo trata do postulado de identidade, com sua lei fundamental: “aquilo que é é”. Essa era uma verdade de evidência para a lógica aristotélica. É a lógica da ciência positivista, da técnica e da vida prática. No entanto, a física do século XXI diz: “aquilo que é devém”. E segundo Bachelard, na associação entre ciências físicas e ciências biológicas, seria preciso acrescentar: “aquilo que é não devém”. Para a compreensão dos fenômenos biológicos, o postulado das ciências físicas de “aquilo que é é” torna-se um obstáculo epistemológico. Em ciências físicas, o princípio de Heisenberg dialetiza o postulado de identidade, considerando que a experiência é essencialmente uma modificação energética. Então na física do micro-objeto dever-se-ia dizer “aquilo que é devém”. Na microfísica “aquilo que é se transforma”.

Os outros exemplos de Reiser são também sobre proposições clássicas alteradas à luz das novas ciências e dialetizadas pela “filosofia do não”. Novas lógicas para as ciências físicas contemporâneas não se contentam com postulados e proposições evidentes da lógica clássica. A física clássica não apresenta problemas dialéticos. Como é simples, coloca-se na base do conhecimento comum, mas não satisfaz as novas construções científicas a partir da relatividade (mecânica de Dirac, mecânica ondulatória, teoria dos quanta) – que nasceram com a crítica e a reforma dos postulados clássicos. Assim, a lógica clássica não tem mais o caráter de lógica absoluta. Portanto, o sistema ternário solidário e homogêneo formado por três baluartes do pensamento clássico – a lógica aristotélica, a geometria euclidiana e a física newtoniana – precisa ser retificado. Uma geometria não-euclidiana ensejou a formação de uma nova epistemologia para as revoluções científicas da física:

O trabalho de Reiser foi fundamental, porém não suficiente, não apresentando frutos efetivos da dialetização da lógica, pois Reiser não criou uma nova lógica. Para Bachelard, o “não-aristotelismo pode constituir organizações lógicas precisas” (FN, p. 171), o que foi realizado por Paulette Février¹³, que “associa o seu postulado lógico não-aristotélico ao postulado físico de Heisenberg” (FN, p. 171). Ela, sim, conseguiu criar uma lógica não-aristotélica e de acordo com princípios da microfísica.

¹³ Paulette Février: *Les nouvelles théories de la physique*, 1939, pg. 41, pg. 246.

O princípio de Heisenberg se refere à impossibilidade de se atribuir um valor absolutamente exato simultaneamente às variáveis referentes à localização e ao estado dinâmico de um mesmo corpúsculo. E a tese de Février “consiste em fazer passar para o domínio lógico” o princípio físico da indeterminação. As proposições de Février (em número de duas) são puramente formais, não tendo comprovação na experiência. Mas o fato de ser formal não importa, porque o conhecimento de segunda aproximação (como a física de Heisenberg) é também formal, sem comprovação na experiência. Bachelard enfatiza essa ideia: “Trata-se como vemos de uma interdição absolutamente formal, absolutamente lógica, sem nada de material e de físico. A interdição actua entre proposições e já não entre experiências” (FN, p. 172-173).

Contudo ele garante a veracidade das proposições de Février: “As proposições que acabamos de enunciar podem receber isoladamente o valor *lógico verdadeiro*” (FN, p. 173). As proposições são muito específicas da física e se referem à posição de corpúsculos: um mesmo corpúsculo teria uma localização determinada e ao mesmo tempo não teria (seria dinâmico). Segundo Bachelard, as fórmulas físicas e matemáticas que representam as proposições são formalmente válidas e corretas.

Todavia Bachelard encontra problemas na lógica de Février. Suas proposições são verdadeiras se consideradas isoladamente e não em conjunto. Ele diz que é a primeira vez que encontra proposições que são verdadeiras quando isoladas, mas deixam de ser verdadeiras quando reunidas. São, portanto, proposições incomponíveis. Somente uma lógica especial poderia comportar essa situação. “A Sr.^a Février constata em seguida a necessidade de introduzir um novo valor lógico, para além do valor verdadeiro e do valor falso” (FN, p. 173).

Février se baseou na mecânica quântica e nos trabalhos matemáticos de Schrödinger¹⁴. As equações matemáticas propostas por Schrödinger representam “um conjunto de valores possíveis, aquilo a que se chama um espectro numérico que pode, em determinados casos muitos gerais, ser descontínuo” (FN, p. 173-174) – seria o caso de ser e não ser ao mesmo tempo, e dentro de uma lógica, não dentro de absurdos ilógicos. É o mesmo terreno da ambiguidade, da incerteza, das possibilidades que marca a ciência einsteineana.

¹⁴ Erwin Schrödinger (1887-1961). Físico austríaco.

A mecânica das matrizes de Heisenberg e a mecânica ondulatória de Schrödinger estão em correspondência perfeita e expressam os mesmos fatos. Portanto elas constituem uma unidade lógica em níveis formais (matemáticos). Por outro lado, os trabalhos de Février provam que essa lógica é uma lógica de três valores. Bachelard afirma a esse respeito: “Temos assim um exemplo de um novo sistema ternário que reúne a física de Heisenberg, a matemática de Schrödinger e a lógica de Février” (FN, p. 175).

Comparando-se o sistema ternário do novo espírito científico e o sistema binário do espírito científico clássico, tem-se que o primeiro é superior, por ser mais complexo e apresentar mais possibilidades para a evolução do espírito científico – mesmo que haja ainda algum problema na parte da lógica. Quanto à física e à matemática, não há problema, pois a assimilação da física de Heisenberg e da matemática de Schrödinger é completa. Sobre possíveis críticas à lógica de Février, Bachelard objeta que a lógica de todos os tempos é mesmo uma organização mais modesta que a matemática e a física. O mesmo acontecia com a lógica de Aristóteles e a física de Newton. Bachelard escreve:

Se se objectasse que o papel da lógica de Février permanece bastante modesto perante as construções dos físicos e dos matemáticos do novo espírito científico, seria necessário responder: é esta a lei da lógica. A física newtoniana e a geometria clássica tiveram também um desenvolvimento incomparavelmente maior do que a lógica aristotélica. Uma organização lógica é uma simples distribuição do verdadeiro e do falso. Não é uma construção em ação permanente como a matemática ou a física. (FN, p. 176)

A lógica de três valores de Février, mais complicada que a de dois valores de Aristóteles, apresenta matrizes mais numerosas, o que é necessário para dar aos pensamentos formais a sua justa hierarquia. No entanto, todo o novo sistema ternário (matemática, física e lógica baseadas na teoria da relatividade e na microfísica) pode ruir, caso se desconsidere o princípio da incerteza de Heisenberg. Assim se voltaria ao sistema ternário clássico (matemática, física e lógica comuns), de antes da teoria da relatividade. As palavras de Bachelard, que não foi somente epistemólogo, mas professor de física, química e matemática, são contundentes:

Basta eliminar o postulado de Heisenberg para voltarmos simultaneamente à física clássica e à lógica aristotélica. Matematicamente basta considerar nula a constante h de Planck para apagar toda a estrutura matemática de segunda aproximação, toda a numerologia da microfísica. Por este procedimento encontramos a física e a lógica comuns. (FN, p. 176)

Bachelard cita ainda o trabalho de Stéphane Lupasco¹⁵, que propôs uma filosofia dualista, com base na física contemporânea, extraíndo “da microfísica uma sólida metafísica”, integrando “o princípio da contradição na intimidade do saber”. Para Lupasco a atividade dualizante do espírito é incessante. A atividade dualizante do espírito mantém sempre as formas, como no surracionalismo, que é constituído por sistemas racionais justapostos. Assim, a dialética do surracionalismo, ligando a ciência clássica à nova ciência, organiza racionalmente uma epistemologia precisa que opera com os produtos científicos.

Se dois sistemas estão apenas justapostos, colocados lado a lado, eles estão em relação de complementaridade. E é isso que a filosofia do não faz: junta dois sistemas, no sentido de que o da frente retifica o de traz e o amplia. Não há contradições entre eles. E um é necessário ao outro. Nesse sentido, a filosofia do não apenas registra o trabalho científico de complementaridade da ciência moderna. Esse princípio determina todo o devir científico. De um século para cá, o desenvolvimento científico tem sido realizado com generalizações dialéticas envolvendo aquilo que se nega, como demonstra a filosofia do não: a geometria não-euclideana envolve a geometria euclideana; a mecânica não-newtoniana envolve a mecânica newtoniana; a mecânica ondulatória envolve a mecânica relativista. O caso entre a física clássica e a física quântica exemplifica bem: existe uma física quântica determinada pela constante “ h ” de Planck; retirada essa constante, volta-se à física clássica; ou seja, a constante “ h ” tem o poder de alterar a física clássica, criando uma nova possibilidade em física; mas, se essa constante, que é hipotética, for afastada, a física clássica continua íntegra e válida. Relacionadas essas duas físicas, uma é não-física em relação à outra: “A microfísica ou, por outras palavras, a não-física inclui pois a física. A física clássica é uma não-física particular correspondente ao valor zero atribuído a h ” (FN, p. 193).

Portanto as várias generalizações dialéticas se associam no processo histórico da ciência. Por constantes e sucessivas retificações, os físicos dialetizaram a física. Físicos posteriores dialetizaram a física de físicos anteriores – evidentemente sem usarem o termo “dialetizar” nem saberem que estavam dialetizando. Mas o fato é que os físicos dialetizaram, retificaram, fizeram aproximações sucessivas até chegarem a nível mais avançado – que Bachelard designa de surracionalismo. E apesar de tantas dialetizações, o surracionalismo

¹⁵Stéphane Lupasco (1900-1988): Filósofo romeno que desenvolveu uma lógica não-aristotélica.

ainda está no começo. Portanto há ainda muito que se realizar, pois o processo dialético não tem fim, já que a ciência não tem fim.

A coerência da aplicação da filosofia do não reside, portanto, na realização do perfil epistemológico no processo de desenvolvimento da física. Para se compreender o átomo da física moderna é preciso fazer o perfil epistemológico do átomo, evocando a história das suas imagens, retomando as formas realistas e as formas racionais. Segundo Bachelard, “aquilo que se elimina da imagem deve, em qualquer aspecto, encontrar-se no conceito rectificado”; dessa forma, “o átomo é exactamente a *soma das críticas* a que se submete a sua imagem primeira” (FN, p. 195). Seguindo o percurso epistemológico do átomo, Bachelard o identifica ainda como um ultraobjeto (FN, p. 195): “através das suas dialécticas e das suas críticas, o ultra-racionalismo determina de certo modo um *ultra-objecto*”; “tal como surge na microfísica contemporânea, o átomo é o tipo perfeito do ultra-objecto”. E define ultraobjeto: “o ultra-objecto é o resultado de uma objetivação crítica”. Assim, no processo de dialetização dos conceitos da física atômica, considerando-se ainda a noção de não-imagem, Bachelard diz que surgiram muitos “nãos”, que, coordenados, “constituem na verdade a microfísica contemporânea” (FN, p. 196).

Um trabalho que também questiona a lógica clássica e que revela o caráter sintetizador da “filosofia do não” é o do físico e filósofo Destouches¹⁶, que opera em lógica exatamente na zona da ambiguidade e do pluralismo das ciências contemporâneas, juntando teorias opostas que acabam se complementando e formando um pensamento racionalmente válido – o que era impossível na lógica clássica. Destouches estuda as condições de coerência lógica das diversas teorias, demonstrando que, pela modificação de um postulado, é possível tornar coerentes duas teorias que se opunham entre si, mas que eram racionalmente válidas isoladamente. O pensamento de Destouches faz a inversão da filosofia do não, que consiste no fato de se realizar, *a posteriori*, a associação dialetizante de teorias desenvolvidas anteriormente de modo separado, particular e aparentemente contraditórias. Assim, um pensador seguinte (no caso, o lógico) faz um rearranjo em teorias de pensadores anteriores, estabelecendo conexões entre elas, reinterpretando e reorganizando postulados sob novo ponto de vista. Bachelard explica esse processo:

¹⁶ⁿ Jean-Louis Destouches (1909-1980) : físico e filósofo francês.

Vemos agora bem a inversão da filosofia do não: ao passo que no período constitutivo as teorias de desenvolviam na sequência da diaclética de um postulado particular, no período de organização lógica o lógico considera as teorias que se constituíram mais ou menos independentemente, e procura determinar o postulado que é necessário dialectizar para conciliar dialecticamente as teorias à primeira vista contraditórias. (FN, p. 197)

Para mostrar a validade do raciocínio de Destouches, seu teorema pode ser comparado com um teorema análogo de Poincaré¹⁷ (que se destacou na epistemologia da ciência clássica). Vale transcrever os teoremas para maior ilustração do pensamento lógico deles (FN, p. 197-198).

O teorema de Destouches: “Se se construíram duas teorias físicas, é possível construir uma teoria que as englobe ou unifique”. O de Poincaré: “Se um fenômeno comporta uma explicação mecânica completa, ele comportará uma infinidade de outras que darão igualmente conta de todas as particularidades reveladas pela experiência”.

Poincaré demonstrou seu teorema usando diversas possibilidades de explicações mecânicas sobrepostas. Um dicionário permitia que se passasse de uma expressão a outra. Cada estudioso escolhia a explicação mecânica que parecesse mais conveniente ao seu interesse. Bachelard declara quanto às consequências desse pensamento de Poincaré: “Esta é uma das raízes do *comodismo*, ou melhor, do cepticismo relativamente às teorias, que teve grande sucesso junto dos filósofos” (FN, p. 198). Essa epistemologia é condenada, pois não atingiu a matemática, ficando presa à realidade da mecânica imediata.

Já no teorema de Destouches teorias são justapostas (e não sobrepostas), atingindo a matemática e dando segurança aos estudiosos. Com esse teorema se realiza a “filosofia do não”. Bachelard declara:

Com o teorema de Destouches estabelece-se uma segurança espiritual muito diferente. Neste caso as teorias não são *sobrepostas*; são *justapostas*. São à primeira vista opostas e depois coordenadas por uma actividade da filosofia do não. (FN, p. 198)

Assim existe uma diferença verdadeiramente essencial entre os teoremas filosóficos de Poincaré e de Destouches. Para Poincaré, “o problema está em dizer de outra maneira a mesma coisa”. Para Destouches, “o problema está em dizer outra coisa da mesma maneira”. Segundo Bachelard, “de um a outro passa-se da *filosofia do como* à *filosofia do não*, passa-se de uma epistemologia dedutiva e

¹⁷ Jules Henri Poincaré (1854-1912): matemático, físico e filósofo da ciência francês.

analítica a uma epistemologia indutiva e sintética” (FN, p. 199). Poincaré estaria na “filosofia do como”, na epistemologia dedutiva e analítica; Destouches estaria na “filosofia do não”, na epistemologia indutiva e sintética. O primeiro estaria num *a priori*, o segundo num *a posteriori*.

Na primeira filosofia (a representada por Poincaré) está-se diante da descrição em ciência e de princípios gerais e abstratos apriorísticos aplicáveis como verdadeiros a quaisquer matérias, objetos, substâncias. E na segunda filosofia, a do não, está-se perante uma epistemologia realizada *a posteriori* sobre teorias particulares e definidas, produzidas por cientistas de diversas épocas, historicamente, ao longo do tempo, tentando buscar a síntese dialética dessas teorias em um domínio do conhecimento (no caso, o domínio da física, da física clássica à física quântica).

O raciocínio de Destouches requer um novo pensador, com “modificações espirituais profundas”, capaz de entender a dialética da nova lógica, que processa a síntese lógica “de duas teorias primitivamente inconciliáveis”, tendo como garantia de validade apenas a sua coerência intrínseca. Destouches, com a sua síntese dialética, “coloca o pensamento científico contemporâneo perante um dilema” (FN, p. 199).

A primeira possibilidade de solução do dilema seria dar um passo atrás e deixar as coisas como estavam (FN, p. 199). Seria “sacrificar todas as teorias físicas”, a fim de se manter a unidade espiritual, conservando intactas as regras clássicas do pensamento, que são “unívocas, predicativas, racionais”. Na defesa dessa primeira opção, filósofos diriam que “o pensamento científico não é mais do que uma pequena parte da vida do espírito” e que “as leis psicológicas não podem ser modificadas por uma utilização restrita, particular, efêmera dos esforços de conhecimento” (no caso, a utilização restrita e particular é a física relativista/quântica/ondulatória, sustentada pelo fator h de Planck). Seriam mantidas “as regras elementares de raciocínio, que parecem solidárias de uma estrutura invariável e fundamental do espírito”.

A segunda parte do dilema seria prosseguir, mantendo as conquistas da revolução científica, acreditando no devir da ciência. Seriam conservadas as teorias contraditórias e divergentes, “tendo confiança num futuro que decidirá qual das duas teorias opostas” prevaleceria. Seriam então convenientemente modificadas as

regras elementares do raciocínio. E as pesquisas teóricas da física continuariam pelos caminhos da indeterminação até que algum novo avanço surgisse.

As teorias físicas conflitantes mantidas em cooperação aguardam o devir científico. Não se deve sacrificar o pensamento de segunda aproximação em favor do pensamento de primeira aproximação (por este ser considerado mais seguro). Destouches decide pela segunda opção, e Bachelard concorda, afirmando que “parece ser esta a escolha razoável” (FN, p. 200).

Mas a palavra final sobre a decisão correta será da ciência. É a ciência que determina a razão e não o contrário, portanto é a ciência que comanda, conforme declara Bachelard: “A ciência instrui a razão. A razão deve obedecer à ciência, à ciência mais evoluída, à ciência em evolução”; “em todas as circunstâncias o *imediato* deve ceder ao *construído*” (FN, p. 201). Por outro lado, “a doutrina tradicional de uma razão absoluta e imutável é apenas uma filosofia. É uma filosofia caduca” (FN, p. 203).

Destouches dá um exemplo para afirmar a supremacia da ciência sobre a razão. Ficticiamente, ele propõe uma não-aritmética para dialetizar com a aritmética, caso, em desenvolvimentos remotos, a aritmética se revelasse contraditória. Assim, a aritmética seria mantida intacta, e a razão é que seria reformada. Isso porque a aritmética já demonstrou a sua verdade, já deu numerosas provas de eficiência, de exatidão, de coerência.

Por isso jamais se poderia pensar em abandonar a sua organização. Portanto, se surgisse uma contradição ou “a necessidade inesperada de uma utilização contraditória da aritmética”, seria preciso fazer intervir a filosofia do não, por meio de uma não-aritmética, de uma panaritmética, de um prolongamento dialético da aritmética que englobaria a aritmética clássica e a nova.

2.8 Pensamento assertórico e pensamento apodítico

O pensamento assertórico e o pensamento apodítico representam a primeira aproximação e a segunda aproximação, respectivamente. O pensamento assertórico é relativo ao fato de pensamento, enquanto o pensamento apodítico se

refere à normatividade de pensamento. O pensamento apodítico ocorre em uma cronotécnica do pensamento racional, como uma tomada de cultura, sendo atemporal e descontínuo. Os pensamentos apodíticos científicos formam uma massa homogênea acessível apenas aos membros da comunidade científica mundial, empenhada com os problemas da cultura científica desenvolvida. Trata-se de uma apoditicidade com tamanha autonomia que se torna totalmente independente de outras lógicas. Bachelard afirma:

Ora, no debate que encetamos entre o racionalismo e o empirismo, tivemos tantas ocasiões de definir o racionalismo como reino dos *valores apodíticos* que não temos necessidade, para legitimar nossas teses, de desenvolver, de modo distinto, a apoditicidade dos princípios lógicos. (RA, p. 141)

A apoditicidade do racionalismo científico independe da apoditicidade da lógica. O racionalismo científico aplicado, juntando a experiência empírica e as leis científicas, forma uma apoditicidade própria e homogênea. Assim, “os valores apodíticos do conhecimento racional constituem o domínio mais homogêneo que existe em todos os reinos dos valores” (RA, p. 141).

O valor apodítico passa a existir do momento em que se insere num corpo de valores apodíticos. De ordem racional e relacional, a apoditicidade encontra na física matemática um corpo de valores apodíticos necessário. Dessa forma, a física matemática adquire apoditicidade autônoma – torna-se lei, axioma, construindo o seu *a priori*. O racionalismo aplicado apodítico é conhecimento de segunda aproximação e representa organização e progresso do pensamento, que conduzem à consciência de perfectibilidade (RA, p. 145). Portanto a apoditicidade científica e a segunda aproximação estão no mesmo patamar na definição do racionalismo aplicado, uma remetendo à outra. Com a segunda aproximação, com a consciência de perfectibilidade, e por ter-se tornado um programa do espírito científico, o conhecimento adquire valor apodítico, que se manifesta principalmente quando se discute o método.

O valor apodítico é também de extensão (e não de redução) e se evidencia em uma multiplicidade de relações. As noções, no seu funcionamento racional, determinam uma apoditicidade da relação. Extensão e relação ampliam as noções, o que garante solidez e consolidação do racionalismo com o amparo da fenomenotécnica (os fatos científicos racionais e técnicos). Dessa forma, a apoditicidade garante a formação do consenso nas sociedades sábias, que operam

com o racionalismo integral e os racionalismos regionais. Para Bachelard (RA, p. 155), há núcleos de apoditicidade na comunidade dos físicos e na comunidade dos matemáticos.

A dicotomia assertórico/apodítico envolve racionalidade crescente e aumento do nível do conhecimento objetivo. Na polêmica entre empirismo e racionalismo, entre subjetivo e objetivo, o espírito precisa realizar um processo de dessubjetivação a bem da razão, que deve ser sancionada pelo coletivo dos cientistas. O individual cede ao racional, que não é pessoal, mas socializado pelo conjunto de cientistas. Só assim se pode dizer que a razão é apodítica.

O conhecimento objetivo nunca termina, nunca fica pronto e acabado. (FEC, p. 302-303). Objetos novos surgem o tempo todo. Portanto é constante o diálogo entre o espírito e as coisas. Nesse processo contínuo e perene, o empirismo e o racionalismo estão sempre presentes e em constante interação. É um movimento pendular, ora predominando o empirismo, ora o racionalismo. Porém é possível determinar de modo preciso os momentos de satisfação da razão, observando-se quando a razão racionaliza fatos. Bachelard (FEC, p. 302) escreve contrapondo empirismo e racionalismo, ou assertórico e apodítico: “Observaríamos tão exatamente quanto possível, em casos precisos, no seguro domínio da história decorrida, a passagem do assertórico para o apodítico, assim como a ilustração do apodítico pelo assertório”.

Logo, a razão nunca fica completa e realizada (FEC, p. 302-303). “As coisas nunca dão razão ao espírito de modo global e definitivo”. Por isso “a satisfação racional deve ser renovada para oferecer um verdadeiro dinamismo psíquico”. Na verdade, apodítico e assertórico se embaralham. O “*fato de razão* fica sem o conjunto de argumentos”. Um exemplo é a mecânica de Newton, que só foi compreendida por ele mesmo, pois para ele “a atração é uma metáfora e não um fato”, sendo que para todas as outras pessoas a mecânica de Newton “é o estudo da atração”. A mecânica de Newton é apodítica.

O cientista contemporâneo já é totalmente racional, até porque recebe a vigilância racional da sociedade científica. Assim o cientista renuncia ao seu plano individual a bem da objetivação. Bachelard afirma:

No ponto de evolução em que se encontra a ciência contemporânea, o cientista vê-se diante da necessidade, sempre renascente, de *renunciar à sua própria intelectualidade*. Sem essa renúncia explícita, sem esse despojamento da intuição, sem esse abandono das imagens preferidas, a pesquisa objetiva não tarda a perder não só sua fecundidade mas o próprio

vetor da descoberta, o ímpeto indutivo. Viver e reviver o momento de objetividade, estar sempre no *estado nascente* de objetivação, é coisa que exige um esforço constante de dessubjetivação. (FEC, p. 305)

2.9 O *cogitamus* da comunidade científica

Segundo Bachelard “O racionalismo é uma filosofia que trabalha, uma filosofia que quer ampliar-se, que quer multiplicar suas aplicações”. É uma corrente de pensamento filosófico com uma identidade definida, exposta objetivamente, sempre em busca de crescimento, conforme ele expõe:

O verdadeiro empenho, o empenho ativo do racionalismo, não é, absolutamente, *redução*.[...] O racionalismo, em seu trabalho positivo, é eminentemente indutor – e isso, inclusive no pensamento matemático. Mal se descobre um teorema e procura-se generalizá-lo, ampliá-lo. (RA, p. 97)

O trabalho do racionalismo é coletivo. Noções, teoremas, fatos científicos são analisados e ampliados por matemáticos, físicos, técnicos. O *cogitamus* de Bachelard não se refere exclusivamente aos teóricos da comunidade científica; envolve também os experimentadores. As comunidades científicas, na organização racional, são formadas pelos “trabalhadores da prova” – por todos os envolvidos nos atos científicos racionais, os teóricos e os experimentadores, produzindo o conhecimento racional e lidando com as mesmas noções. Em processo de “coexistencialismo” e “coessencialismo”, ideias e noções mostram que é na relação que elas adquirem a sua riqueza. Assim, as noções enfrentam uma “dupla prova de valor”, por parte do teórico e do experimentador, pois elas não têm o mesmo grau de clareza e precisão para ambos, ou seja, nem sempre são vistas do mesmo modo nos dois extremos filosóficos (teoria e experiência técnica). Dá-se então um “acasalamento filosófico das noções”, envolvendo empirismo e racionalismo. No racionalismo aplicado, o espírito tem que ser racionalista e empirista porque o racionalismo científico precisa da experiência. No entanto, já se provou que não basta a experiência, porque “a filosofia puramente empírica é uma filosofia monódroma, insuficiente para acompanhar todos os movimentos da pesquisa científica” (RA, p. 47), portanto ela não sobrevive sem a razão. Dessa forma, para uma epistemologia completa, é preciso haver um “polifilosofismo”, ou pelo menos a junção entre duas filosofias, racionalismo e empirismo. É preciso haver um “difilosofismo”. Segundo Bachelard, “o empirismo e o racionalismo têm, então, um

diálogo cotidiano, pois um difilosofismo é indispensável para determinar os valores de uma cultura” (RA, p. 79). Nesse processo, o racionalismo determina o caráter de aproximação do real concreto, enquanto a matéria racionalizada torna-se um instrumento racional de operações racionais para o trabalho teórico-prático. A relação entre teoria e experiência se equilibra, em estado de vigilância recíproca, ambas na condição de conhecimento aproximado e em retificação.

Para definir ainda mais esse processo, Bachelard fala em “racionalismo aproximado” e “racionalismo aproximante”, que, em relação à dialética, determinam o idoneísmo científico – embora o idoneísmo da física não esteja no alto nível do idoneísmo da matemática. O racionalismo aproximante é consciente do que falta para a adequação entre teoria e aplicação, enquanto o racionalismo aproximado representa o lugar das aproximações. É dessa forma que o racionalismo aplicado tem uma discursividade metafísica diferenciada. Trata-se de um inter-racionalismo, envolvendo “racionalismo ensinado” (com linhas definidas, apoiado em suas bases) e “racionalismo questionante” (as próprias bases estão sujeitas a provas) – por isso o racionalismo aplicado é autopolêmico. Assim, o racionalismo só avança, retificando-se, fiel à sua missão de ensinar cultura, ciência e razão, em constante clareza de consciência, em constante progresso apodítico comprovado, pois a ciência, uma vez constituída, não comporta regressão.

A noção de ciência se torna cada vez mais ampla e complexa. Ciência é crítica incessante dos dados primeiros, é descoberta (“Nessas condições, poderemos dar como axioma da epistemologia a proposição seguinte: descobrir é a única maneira ativa de conhecer” (RA, p. 49); é interconceitualização, coexistencialismo de ideias (cadeias de ideias), extensão, relação, assimilação racional, sistematização do oculto. “Só existe ciência do que está oculto” (RA, p. 49), o que significa junção entre teoria e prática, meio indireto de abordagem do real e da substância.

A noção de substância do empirismo o racionalismo discursivo completa com a ex-estância, conceito que Bachelard apresenta para designar um nível mais abstrato do real. Na ciência física, é preciso haver a passagem da substância (termo do empirismo) para a ex-estância (termo do racionalismo). Toda substância possui uma ex-estância, e é preciso chegar à ex-estância da substância. Então a substância está em um nível concreto, enquanto a ex-estância encontra-se em um nível abstrato. Bachelard denomina “ontogenia de pensamentos” a ontologia

característica da complexidade dialética do pensamento científico, que atua sobre substância e ex-estância. Ele exemplifica a diferença de conceito em uma epistemologia e outra com o significado de “elétrico” no século XVIII e na física contemporânea, depois da descoberta do elétron. Outro exemplo vem da química moderna, cujos produtos sintéticos, não encontrados na natureza, provam que “o dado é suplantado pelo construído”. Tanto os produtos sintéticos da química atual quanto a noção de eletricidade da física contemporânea estão na condição de ex-estância, organizados pela matemática.

A coerência e a coexistência das ideias entre racionalismo e empirismo deixa evidente a importância do segundo, mantendo-se, no entanto, a supremacia do primeiro. Eles coexistem, mas há uma hierarquia a favor do racionalismo. Então, coerentemente, sob o ponto de vista do racionalismo aplicado, empirismo e racionalismo coexistem numa determinada ordem de valores. O empirismo entra com a observação, com a percepção; o racionalismo, com a consciência racionalista, pois já ultrapassou o nível da observação, a exemplo da mecânica quântica. A “disponibilidade de espírito” do racionalismo aplicado filtra a observação, selecionando o que deve observar, ou seja, os fatos de razão que são importantes na tomada de cultura.

O racionalismo aplicado constitui em uma comunidade própria, a comunidade científica, existindo uma interpsicologia entre os sujeitos cognoscentes, na relação eu-tu, pois os fatos de razão são comunicáveis na “cidade científica”, que se organiza na construção do saber e na fecundidade da organização racional, em admiração à ciência. Trata-se de uma admiração “refletida” e não de simples psicologismo. A força de indução e a organização lógica das ciências em torno dos fatos científicos objetivos chega a ganhar um senso estético (valor de beleza) para a comunidade científica. Assim, a ciência é ponto de convergência dos “trabalhadores da prova” (os que se dedicam à ciência).

Na cultura científica, no coletivo, valores psicológicos se transformam em valores epistemológicos. Ocorre, dessa forma, um processo de despsicologização – um “diferencial de despsicologização” (RA, p. 60). Erros individuais já não afetam a ciência, até porque são constantemente retificados; e assim a cidade científica transmite segurança aos seus membros. Bachelard diz que pela dúvida rigorosa se funda a união dos trabalhadores da prova e que levantar uma questão inteligente a seres inteligentes determina a “união das inteligências” (RA, p. 68).

O ser racionalista (o espírito científico, o pesquisador) se consolida por seu conhecimento e se constitui na cultura e no seu trabalho ordenado; sua vida é solitária, sob o “psicologismo do sujeito isolado” (RA, p. 62) e pontuada de dúvida, mas de “dúvida aplicada” (RA, p. 62) e ansiedade diante de fracassos em suas experiências; sua razão é uma “razão arriscada”, “sempre reformada”, “sempre autopolêmica”. Mesmo que, no ponto atual, não haja mais “fracasso radical” nas ciências físicas, também não se pode garantir “êxito definitivo”, já que o pensamento científico, em virtude do seu próprio progresso, está em constantes transformações de suas bases.

Dessa forma o *cogito* racionalista afirma um pensamento apodítico, acima do empírico, com a destruição e retificação de um mundo e a construção de outro mundo. O eu racional ordenado e científico retifica o lado desordenado da heteróclita dúvida universal, não se perdendo nela como ocorria com o espírito pré-científico. Isso porque ciência não se faz com dúvida universal e sim com problemas determinados e específicos, com objetos problematizados. No lugar da dúvida universal, o *cogito* racionalista colocou uma “problemática constituída”, um “programa de experiências” (RA, p. 63). Assim, em crescente estado de rigorosa objetivação e trabalhando com problemas definidos e matematizados, a física contemporânea adquire *status* de segurança.

A noção de “cidade científica” muda o *cogito* em *cogitamus*, instituindo a relação eu-tu dos trabalhadores da prova. “Estaremos unidos na prova, desde que tenhamos a garantia de ter colocado claramente o mesmo problema” (RA, p. 70). Por meio de um *cogito* em comum, de obrigação mútua, de indução obrigatória mútua, estabelece-se a solidariedade do *cogitamus* entre os sujeitos racionalistas em nome da verdade científica, operando sobre quatro elementos principais: fundação, coerência, dialética e problema. Estão reunidos num mesmo pensamento, numa coexistência pensante (mesmo incompleta), instruídos pelo pensamento objetivamente controlado, ligados pelo “acordo discursivo”, pelo “objeto normalizado”, opondo resistência ao irracionalismo. Bachelard escreve: “É um sinal de fecundidade de pensamento. Ele determina uma obrigação de pensar em acordo; numa palavra, é consciência comum de um saber apodítico” (RA, p. 69-70). Nesse processo, os espíritos podem estar unidos na verdade (que sobe ao nível da prova) ou em um mesmo erro (que desce ao nível das convicções) – “as verdades aglutinam-se apoditicamente, ao passo que os erros se amontoam

assertoricamente” (RA, p. 71). A solução do problema torna-se um valor e as verdades formam um sistema (há sistema para as verdades, não para os erros). E assim vai se definindo o método do racionalismo aplicado. Pensamento e objeto são rigorosos. Praticamente no controle, o objeto requer do sujeito a consciência de método objetivo e de exata aplicação do método.

É com essas ideias – em termos científicos – que deve ser interpretada a noção de comunidade científica. Trata-se de um coletivo, mas somente dos cientistas. Não se trata de comunidade no sentido sociológico. O racionalismo aplicado não discute nem o aspecto social nem o aspecto moral do conhecimento no sentido comum desses termos (no sentido do moralismo e do socialismo). O rigor da ciência, a autopsicanálise, a vigilância da comunidade científica são um tipo específico de moral, no sentido de adesão e compromisso com o saber em si, com as leis da química e da física, com as construções matemáticas, com a seriedade científica do espírito. Portanto o racionalismo aplicado restringe-se à esfera epistemológica, ao progresso científico, não colocando a questão do conhecimento sob a visão humana, moral e social. O Bachelard diz que a ciência se restringe a círculo fechado (a cidadela científica) – uma espécie de torre de marfim das ciências físicas e matemáticas. Ele declara essa ideia abertamente:

Não nos cabe decidir quanto aos valores morais da ciência. Ficamos adstritos exclusivamente ao campo da epistemologia, tendo a ver tão-somente com o progresso do *conhecimento*. [...]

Quais serão as conseqüências humanas, as conseqüências sociais de tal revolução epistemológica? Eis também um problema que não teremos que considerar. [...] O intelectualismo especial que se revela sob a forma de um novo espírito científico localiza-se numa comunidade intelectual muito restrita, muito fechada. (RA, p. 123-124)

Carlo Vinti se manifesta quanto a esse aspecto social restrito e específico em Bachelard, ao analisar um possível recorte do método bachelardiano para o campo das ciências sociais, tentado pelo filósofo italiano Vittorio Ancarani. Vinti nega a possibilidade de um estudo sociológico sobre Bachelard, afirmando que ele não é objeto de discussão acadêmica nas ciências sociais como é em filosofia e escreve quanto à sua “cidadela científica”:

A cidade científica, a comunidade dos pesquisadores, por Bachelard, encontra-se às margens, nitidamente separada da cidade social propriamente dita. É possível ver Bachelard como sociólogo da cidade científica, mas não da sociedade civil em geral. (2003, p. 105)

Assim, o racionalismo aplicado serve unicamente à ciência, não se ligando a nenhum tipo de moralismo, socialismo, logicismo, formalismo, psicologismo. Os seus “ismos” são outros, além do “racionalismo”; são cientificismo, matematismo, tecnicismo – no que esses termos têm de conotação positiva e de conhecimento objetivo. O racionalismo aplicado se ergue totalmente sobre os objetos específicos da física, da química e da matemática, revelando o fato científico e o valor do fato científico, fundindo experiência e teoria. O racionalismo tem poder de aplicação e de extensão; tem noção de valor e se apóia na técnica. Trata-se do conhecimento abstrato-concreto, que vai à ex-estância da substância, que busca o nômemo do fenômeno, sendo necessariamente expresso na linguagem matemática, que mostra a racionalidade da técnica. Esse é o processo da apoditicidade, que apresenta os valores e procura o necessário no fato, pela sua racionalização científica por meio da matematização.

Tais princípios confirmam a tese central de Bachelard: “a aplicação técnica dos valores racionais do pensamento científico determina uma verdadeira recorrência de racionalidade” (RA, p. 143). Assim, o racionalismo não se compromete com interesses imediatos, mas com “valores refletidos”, pois seu compromisso é com os valores do conhecimento. Desse modo requer a “*conversão racionalista do sujeito*” (RA, p. 149), levando a que este retire de si traços psicológicos pessoais a fim de chegar à objetividade científica, deixando prevalecerem os interesses de conhecimento.

2.10 O resgate da matéria: o materialismo racional

O *materialismo racional* (MR), de 1952, a última obra epistemológica de Bachelard, dedicada à química, traz como epígrafe do livro um pensamento de Henri Heine¹⁸: “Será ainda necessário oferecer à matéria grandes sacrifícios para que perdoe as velhas ofensas”. Os autores do conhecimento vulgar, senso comum, realismo ingênuo, empirismo estiveram totalmente presos à matéria, fato que Bachelard critica sob a visão de diversos obstáculos epistemológicos: impressões primeiras, substancialismo, animismo. Os filósofos idealistas, na visão de um

¹⁸HENRI HEINE, *De l'Allemagne*, nova ed. 1884, t1 p. 81.

racionalismo inicial ortodoxo, também condenaram esse materialismo. No entanto, já no fim da sua carreira como epistemólogo, ele publica *O materialismo racional* afirmando que o futuro da ciência está na matéria.

A diferença está em que agora se trata de uma matéria diferente: a matéria psicanalisada, desmaterializada, dessubstancializada, racionalizada, pensada, teorizada, matematizada. Uma matéria abstrata, apodítica, artificial, criada pela ciência. Trata-se do “materialismo científico”. Assim é que a epistemologia bachelardiana iniciou denunciando a matéria e terminou reabilitando a matéria. Isto é, vai da matéria irracional à matéria racional. Com isso vai do irracionalismo ao racionalismo (surracionalismo) em ciência.

A nova química, vista por uma não-química na filosofia do não, é elaborada com a abstração ocorrida em ciência depois da teoria da relatividade, pela aplicação em química de equações matemáticas empregadas com os princípios da física quântica e ondulatória.

Novamente criticando os filósofos, Bachelard mostra mais uma ofensa à matéria, que é o materialismo defendido pelos filósofos como uma ciência simples e uma filosofia simplista. A essa ideia de simplificação ele opõe um trabalho extremamente complexo e múltiplo das ciências contemporâneas com a matéria, ao ponto de afirmar que o materialismo científico “está prestes a tornar-se a filosofia mais complexa e mais variável que existe” (MA, p. 9).

Ele prossegue, agora desafiando os psicólogos:

Um psicólogo ficaria chocado se lhe disséssemos que as combinações psicológicas são menos numerosas e menos delicadas que as combinações químicas. No entanto, os factos estão aí: a produção de ideias e de experiências, na química contemporânea, excede a memória de um homem, a imaginação de um homem, o poder de compreensão de um homem. (MR, p. 9)

A figura do químico é nítida e valorizada cientificamente; trata-se de um ser pensante que realiza uma atividade com compreensão (e não mais sob a nebulosa mental e psicológica que era a alquimia); trata-se de um cientista e não mais de um bruxo ou de um mago. Não existe mais “um químico para tentar ligar as imagens dos quatro elementos materiais com as propriedades das substâncias químicas” (MR, p. 12). Aquele químico do estado pré-científico não era exatamente um químico. A condição do químico é definida na sociedade da cultura química; a categoria do químico é nítida na cidade científica como um investigador; e “uma análise química é *também* uma análise de pensamento” (MR, p. 11).

Portanto é necessário estudar o “materialismo da matéria”, o “materialismo instruído”, o “materialismo experimentador, real, progressivo”, o “materialismo instrutivo”, o “materialismo racional”, o “racionalismo materialista”. Bachelard escreve: “após o malogro dos ensaios racionalistas prematuros, se constitui verdadeiramente, na consciência contemporânea, um *racionalismo materialista*” (MR, p. 12).

O novo materialismo não é mais o “materialismo massivo, ingênuo, caduco, que serve de alvo às críticas fáceis da filosofia idealista” (MR, p. 12). O materialismo é instituído em outras bases científicas com os conhecimentos da mecânica, da física, da química, da elétrica. Assim, de existência inegável, a matéria (o real, o concreto, o sensível) passou por duas fases marcantes na história do conhecimento: a irracional (impensada, irrefletida, não-científica) e a racional (pensada, refletida, científica, dialética). Assim é necessário distinguir bem os dois materialismos. Bachelard trabalha com o segundo, seguindo os passos da ciência moderna. Ele escreve:

O materialismo também entrou numa era de racionalismo activo. Acaba de aparecer nas doutrinas científicas uma *química matemática* no mesmo estilo em que se fala da *física matemática*. O racionalismo dirige as experiências sobre a matéria, ordena uma diversidade continuamente crescente de matérias novas. Simetricamente ao *racionalismo aplicado*, pode agora falar-se, pensamos nós, num *materialismo ordenado*. (MR, p. 12)

E esse materialismo científico promete ser uma “ciência do futuro”, devido ao “extraordinário crescimento da sua *problemática*”. A ciência, em uma visão futurista, tem uma diversidade de conhecimentos sobre a matéria. É tão grande a variedade de perspectivas do conhecimento da matéria que não se pode prever as suas próximas descobertas experimentais. “Actualmente, a química é uma ciência “aberta” em que a *problemática* prolifera” (MR, p. 13).

Dessa forma o materialismo erudito se tornou um poder, seguindo o devir das revoluções científicas, e também uma arma de decisões políticas quanto ao futuro da humanidade. Bachelard afirma:

Chegou-se a um ponto da história em que o futuro da química compromete o futuro do gênero humano. [...] Mediante a química e a física nuclear, o homem adquire inesperados meios de poder, meios positivos que ultrapassam todos os sonhos de poder do filósofo. O materialismo erudito, que não é apenas uma filosofia especulativa, arma uma vontade de poder, vontade que se excita graças ao próprio poder dos meios oferecidos. (MR, p. 13)

Dentro do poder científico mais amplo, a química tem um poder específico. Pela industrialização a química adquiriu uma continuidade regular relacionada com as necessidades econômicas, tendo “o futuro de uma das maiores realidades de pensamento e da acção humanas”; “assim, o materialismo científico está constantemente em situação de *nova fundação*” (MR, p. 15).

Realismo materialista e racionalismo materialista, em cooperação, estabelecem novos diálogos científicos acerca de objetos definidos e com vistas à objetividade científica. Dessa forma o materialismo científico se fundou e avança devido a uma racionalidade progressiva, devido a “uma eliminação cada vez mais acentuada da irracionalidade das substâncias” (MR, p. 16). A química passou por um processo de objetivação e de ordenação dos valores da racionalidade semelhante ao da física.

A facticidade comanda a química contemporânea, que não se limita mais aos elementos da natureza. Agora o mundo mineral apresenta-se transformado e construído pelo espírito. Assim a química atual é um misto de história natural e história humana. “Para estudar o “reino mineral”, é preciso agora fazer *profissão de facticidade*” (MR, p. 32). Esse é o princípio da nova química, que trabalha muito com matérias artificiais, criadas, que não existem na natureza. Além disso, o químico aperfeiçoa corpos naturais – a exemplo do físico que faz o seu cristal ideal, relatado por Bachelard em *O racionalismo aplicado*. Bachelard cita o químico Auguste Laurent¹⁹, que um século antes já percebia esse fenômeno.

Há um século que o grande químico Auguste Laurent já dizia: “A química de hoje tornou-se a ciência dos corpos que não existem”. É necessário fazer que existam corpos que não existem. Quanto aos que existem, o químico deve, de alguma maneira, refazê-los para os dotar do estatuto de pureza conveniente, para os igualar na “facticidade” com os outros corpos criados pelo homem. O químico pensa e trabalha a partir de um mundo recomeçado. (MR, p. 32-33)

No materialismo factício da química científica, além das leis intermateriais, existe uma rede de relações que não são e nem se apresentam na natureza e que foram determinadas por “cruzamentos minerais”, sob um “materialismo sintetizante”, apresentando problemáticas constantes. A síntese é um “processo penetrante”, própria do processo de invenção, da criatividade racional, da consciência criadora. O ato de criar tornou-se mais vasto e penetrante que a própria natureza. Dessa forma,

¹⁹ Auguste Laurent (1807-1853): químico francês.

“a técnica materialista da química moderna proporciona-nos uma Natureza *nova*” (MR, p. 96).

Paralelamente delinea-se uma nova fenomenologia para o materialismo erudito. Cada vez mais o novo espírito científico toma consciência da profundidade da objetividade e da racionalidade. Cada descoberta é um prolongamento da racionalidade; aumenta o poder de explicação dos fenômenos; o saber se organiza mais sistematicamente a cada experiência. Ocorre assim “uma renovação da tomada de consciência”. Segundo Bachelard, “a consciência da racionalidade de um saber é um novo ponto de partida para uma fenomenologia. [...] A consciência da racionalidade liga o ser pensante a si mesmo através do próprio exercício de seu pensamento” (MR, p. 127).

Desta forma, a nova química, assim como a nova física, é uma ciência que constrói os seus objetos. É uma ciência *construtiva* da matéria, estando distante da simplificação do realismo, de acordo com uma afirmativa de Bachelard: “em ciência, toda simplificação é provisória” (MR, p. 133); “o racionalismo da química não tem nada a ganhar com simplificações” (MR, p. 149).

A nova química é uma dialética da “técnica aberta”. Um exemplo é a troca do carbono pelo silício e por outros elementos químicos criados pelas “químicas hiperorgânicas”, em superação da química orgânica – um fato de proporção semelhante ao ocorrido entre a geometria euclidiana e as geometrias não-euclidianas. A química do silício, em comparação com a química orgânica, representa um pensamento de segunda posição.

As duas químicas engendraram filosofias diferentes. As filosofias simplistas da química orgânica não podem acompanhar o trabalho do materialismo composto da nova química. Referindo-se às filosofias simplistas de soluções fáceis dos filósofos da primeira aproximação, Bachelard volta a criticar os filósofos, que não acompanham as novas ciências:

Nesta ocasião, como freqüentemente, o filósofo não quer trabalhar, o filósofo nem sequer pode seguir o longo e paciente trabalho da ciência da matéria, ciência que, continuamente, multiplica e ordena os princípios do materialismo composto. (MR, p. 135)

O filósofo atual não tem condições de conhecer tudo que sabe o novo espírito científico nas especializações, superespecializações, racionalismos regionais. Além disso, a nova química é extremamente difícil, como a dialética das

“fórmulas mistas”, que junta covalência e electrovalência numa “zona média”, em fórmulas mistas, num multiconceitualismo, em incessante dialética – que é difícil até para os especialistas da área:

O filósofo não pode entrar, naturalmente, na análise complexa desta polifonia, deste multiconceptualismo. Porque também nós estamos condenados a ficar num estudo superficial, dificilmente poderemos fornecer um esboço de todas as perspectivas teóricas que se organizam para fazer compreender os fenômenos da molécula. Mal fizéssemos uma primeira distinção, logo teríamos de a rectificar, introduzir-lhe matrizes para fazer justiça ao espírito de subtileza tão activo no novo espírito científico. (MR, p. 156)

Diante de tanta complexidade, o filósofo tem dificuldade em realizar uma fenomenologia da matéria. O filósofo (epistemólogo) deveria estar disposto a fazer um grande e minucioso trabalho, até porque cada conceito da nova química suscitaria uma filosofia da matéria:

O filósofo que aperfeiçoasse estes matizes epistemológicos, que os classificasse, que determinasse as suas interferências, que descrevesse a sua evolução histórica, proporcionaria curiosos documentos a uma fenomenologia da matéria. [...]

Quando o filósofo perde de vista este essencial devir epistemológico dos conhecimentos ultrapassando a esfera sensível, trava a história e endurece as fórmulas. (MR, p. 136 e 140)

Uma fenomenologia da matéria abrange o racionalismo abstrato e o materialismo erudito, que “avançam um para o outro” e fazem conquistas cada vez mais complexas, dando forte coordenação ao pensamento. A química é atualmente um domínio exemplar desse progresso. A química é um “pensamento que já racionalizou uma série de experiências sãs”, que “já tem atrás de si uma história racionalmente ordenada”; porém “este pensamento cheio de maturidade não hesita em rectificar os quadros que efectuaram o seu bom trabalho de enquadramento”; trata-se de uma “filosofia materialista aperfeiçoada” (MR, p. 161).

Inserida no racionalismo aplicado, a química moderna tem um imenso progresso indefinido a sua frente, com mais rigor, precisão e multiplicidade frente aos muitos problemas científicos modernos em relação à matéria. Teorias já racionalizadas são constantemente modificadas para receberem aplicações cada vez mais precisas. Assim, no elevado nível concreto-abstrato do racionalismo aplicado e do materialismo racional, a química acaba se encontrando com a física. Um dos exemplos é o do eletrismo e do eletrônismo. Uma química eletrônica quântica, em constante aperfeiçoamento, constitui um racionalismo regional com o

eletronismo na condição de zona particular do eletrismo. Com isso a química realiza conclusões para problemas da química clássica. Um ponto significativo é que, mesmo se juntando à física, a química mantém a sua autonomia.

Com seu histórico materialista ligado à alquimia do realismo ingênuo, a química se tornou abstrata no racionalismo aplicado, porém manteve seu teor indutivo, continuando a trabalhar com a matéria – uma matéria cada vez mais desmaterializada, cada vez mais construída cientificamente pelo princípio do materialismo racional, o que levou a que se chegasse a axiomas seguros nesse domínio do conhecimento. A química realizou uma indução abstrata; a química quântica é uma ciência abstrato-concreta (MR, p. 172-180).

Assim, por rupturas, retificações e aproximações sucessivas, num processo dialético com a matemática e a física contemporânea, o químico elaborou a química quântica, uma nova inteligibilidade onde há problemas ainda não resolvidos, mas que são necessários e bem-vindos, porque é a problematização que garante o progresso da ciência. Porém a racionalidade da química quântica, um racionalismo regional, não explica tudo, “porque os problemas abundam”. A solução de problemas leva a reformas da teoria. Essa “abundante problemática é um novo sinal” (MR, p. 180).

Outro exemplo na demonstração do racionalismo aplicado e do materialismo racional é o conceito de energia. Prova-se o racionalismo da energia em química por meio do percurso epistemológico do conceito, partindo do estado pré-científico e chegando à química quântica. O conceito de energia se tornou claro apenas depois do século XX. No passado a noção de energia era muito confusa. Com a revolução da ciência física, não se fala mais da energia como “força viva”, como se julgava no estado pré-científico. Na “ciência energética moderna”, há uma “primazia racional” que define a energia e comanda “a organização essencialmente energética da matéria”. A energia, um dos conceitos fundamentais em ciências físicas, recebe então da filosofia, no final desse percurso epistemológico, o *status* de “coisa em si”.

O “materialismo energético” e o “existencialismo da energia” já adquiriram, na ciência contemporânea, a legitimidade de comprovação objetiva pela matemática, pelo racionalismo dialético. Isso demonstra a reviravolta nos termos “matéria” e “substância”, que adquirem novo sentido – um sentido concreto, objetivo e científico. Bachelard afirma, expondo ainda o posicionamento filosófico quanto à energia:

Do ponto de vista filosófico, o materialismo energético estabelece-se propondo um verdadeiro *existencialismo da energia*. No estilo ontológico, no qual o filósofo gosta de dizer: o ser é, deve-se dizer: a energia é. Ela é absolutamente. E, por uma conversão simples, podemos dizer duas vezes exactamente a mesma coisa: o ser é energia – e a energia é o ser. A matéria é energia.

No mesmo instante, o reino do *ter* é transformado. É virado de alto a baixo, não somente com proveito para o ser, mas também para a energia. A energia é a base de tudo; não existe mais nada *por detrás* da energia. (MR, p. 208)

Antes do século XX se dizia que a matéria tinha energia, depois desse século se diz que a matéria é energia. A ciência contemporânea trocou os verbos: “ter” foi substituído por “ser”. E a matéria mudou de caráter, ganhou em *status*. De matéria inerte passou a matéria dinâmica – não dinamizada, mas dinâmica mesmo; não é preciso que se coloque energia nela, pois ela é energia. Antes uma matéria inerte recebia energia. Todavia, nas ciências físicas contemporâneas, constatou-se que a matéria é pura energia.

Havia, pois, uma limitação nos conceitos de matéria e de energia. Era uma incompreensão do estado pré-científico e uma restrição dos primeiros conhecimentos de mecânica. Tratava-se de uma visão externa (um “materialismo exteriorista”). Matéria e energia eram duas coisas separadas. E por alguma razão metafísica ou por um racionalismo ainda incipiente, alguma matéria recebia algum tipo de energia de alguma forma. Essa matéria inerte, desprovida de energia interna, é insuficiente para a ciência química contemporânea, que, além dos fenômenos químicos, quer tomar conhecimento “da mecânica própria dos fenômenos químicos, que, ao trazer a verdadeira explicação da fenomenologia materialista, abre o caminho para realizações verdadeiramente novas” (MR, p. 209).

Para a mecânica é indiferente se o móbil do movimento é ferro, pedra, cobre. O “fenomenismo estrito” que relacionava energia ao tipo de matéria, buscando causas profundas da energia, já não satisfaz à nova química, que agora investiga a raiz essencialmente energética dos fenômenos químicos. Dessa forma todo fenômeno é manifestação de energia. Se as reações químicas são relações de energia, somente conhecendo essas relações se podem criar substâncias novas.

É diante desse raciocínio que o filósofo contemporâneo deverá relacionar a energia (nessa sua nova conceptualização) à coisa em si – a clássica noção abstrata presente na filosofia tradicional. Bachelard fala sobre esse filósofo e a coisa em si:

Por conseguinte, um filósofo que reconheça a instância profunda que é a energia, um filósofo que siga o pensamento efectivo contemporâneo, deverá convir que a energia desempenha doravante o papel de *a coisa em si*. Eis concretizada esta velha noção, cujo carácter de monstruosa abstracção com tanta freqüência denunciámos. Pelo menos, podemos situar filosoficamente a energia como situávamos a coisa em si: é a base fundamental dos fenómenos. (MR, p. 209)

Essa concepção de energia é do pensamento de segunda aproximação, próprio do terceiro estado do conhecimento. As reacções químicas são um fenómeno que se pode conhecer a fundo, em suas causas profundas e em suas razões fundamentais. É estabelecida então uma relação íntima, fundamental e dialéctica entre matéria e energia: “O materialismo tem um fundo de energetismo. É através das leis da energia que podemos explicar os fenómenos da matéria” (MR, p. 209). Assim, o energetismo é colocado como noção de base. Essa nova noção de energia difere da noção da mecânica clássica, na qual entram outros conceitos, como o de força, massa, tempo, espaço, espaço percorrido. No conhecimento de segunda aproximação, no âmbito da química quântica, não há como comprovar empiricamente a energia, “em condições espaço-temporais”; então a química terá que aceitar a energia como uma “realidade primitiva”. Bachelard afirma: “no domínio dos átomos e das moléculas, nunca poderá transformar-se esta análise completamente conceptual da noção de energia numa análise realista” (MR, p. 210). Nessa afirmação de Bachelard, a palavra “nunca” destoa do princípio central da sua epistemologia. “Nunca” é uma noção que não existe em uma ciência e epistemologia abertas como ele propõe. Mas, de qualquer forma, tomando-se o energetismo como regra, a nova noção de energia “fornece explicações luminosas” e abre perspectivas infindáveis para a química. Trata-se de uma “revolução epistemológica que vai permitir-nos matizar a filosofia realista” (MR, p. 215).

No racionalismo regional da energia molecular, a molécula é um campo de força onde se realiza um materialismo diferente, o materialismo ativo da energia da matéria. Como realidade fundamental, a molécula tem energia que se estrutura internamente, porém mantendo relação com o exterior. Bachelard declara sobre a importância da molécula:

A molécula corresponde verdadeiramente à dialéctica da matéria e da energia. Realiza a síntese desta dialéctica. É verdadeiramente o nó da *actividade material*. O estudo da molécula deve, portanto, proporcionar numerosas lições ao *materialismo activo*, ao materialismo da actividade da matéria. (MR, p. 213)

Nessa nova ordem, o realismo também é diferente. É um realismo mais abstrato que concreto e não pode ser provado por meio de experimentos. Mas, pelo racionalismo, pela matematização segura, esse real é de fato real na física, na mecânica e na química quânticas. Bachelard expõe sobre esse novo realismo:

Muitas vezes, o realismo é uma profissão de fé que não encontra o seu objecto *real*. O atomismo, mediante os trabalhos da física contemporânea, conquistou o seu objecto *real*. Claro está, o objecto real descoberto pela ciência revelou-se muito diferente do objecto postulado pelos filósofos. Mas a fé realista, como todas as fés, não é exigente quanto a provas; aborda todas as provas, [...], sem grande preocupação com seguir o pormenor das verificações. (MR, p. 215)

Dessa forma, a química quântica, no realismo energético, é um amplo aparelho da racionalidade. Esse é o materialismo contemporâneo – incomparavelmente diverso do materialismo empirista. As moléculas realizam um jogo microscópico (há um “choque das moléculas entre si”), em um realismo energético dialético entre a irradiação e a matéria. Sobre a dialética das moléculas, afirma Bachelard como epistemólogo e conhecedor das ciências físicas: “dialética que é, sem dúvida, uma das características mais espantosas do materialismo contemporâneo (MR, p. 216). Essa é a “fenomenologia que se efectua nos próprios limites da molécula”. Há uma diferença entre interior e exterior da molécula, onde ocorrem duas mecânicas também diferentes. A química quântica ocorre somente no interior da molécula; no exterior domina a mecânica clássica. Vale a pena continuar lendo as palavras de Bachelard, um entendido nos domínios relacionados a esse conteúdo (física, química, matemática).

No interior da molécula aparece a mecânica quântica. No exterior, a mecânica clássica é válida. Vista do exterior, a molécula não é, por assim dizer, já *química*. [...] Por exemplo, diz-se bem na física: todos os corpos se dilatam com o calor. É preciso acrescentar: todos os corpos se dilatam *excepto a molécula*. O fenómeno da dilatação dos corpos só vale para um *conjunto de moléculas*. Em suma, o que se dilata nos corpos é o vazio, o vazio que separa as moléculas de um conjunto de moléculas. [...] Mas não se faz química com quaisquer átomos perdidos; a química estuda as leis do *átomo-multidão*. E os átomos em multidão seguem caminhos livres. (MR, p. 217)

Entende-se então que a mecânica quântica é imprescindível para se estabelecer a química quântica, na qual é fundamental a questão da energia. O aspecto mais importante nesse nível de ciência é a conquista dos seus *a priori*, agora tornados princípios, leis e regras, porque matematizados, axiomáticos e apodícticos. Diz Bachelard:

Em suma, a química quântica tem duas características filosóficas principais: está fundada [...] na quantificação da energia – e, segunda característica, designa o *estado real* entre uma essencial multiplicidade de *estados possíveis*. Tem necessidade de traçar *a priori* o plano de todas as possibilidades de uma reacção para acompanhar bem a evolução de uma reacção natural. (MR, p. 221)

Difere-se assim um materialismo ativo em comparação com o materialismo estático anterior. Trata-se de um campo de investigações completamente novas em relação à matéria. Novamente Bachelard instiga o filósofo: “Um filósofo que ingressasse na escola de um químico moderno ficaria muito espantado ao descobrir a prodigiosa variedade de *devires* da matéria”²⁰ (MR, p. 224).

Assim, o materialismo trabalhado (materialismo ativista, materialismo erudito) retifica o real, cria o real, opondo-se, portanto, ao materialismo ingênuo. É um materialismo humano, cultural, solidário da técnica, consciente, coletivo da cidadela dos sábios, construído e cientificamente objetivo (MR, p. 231)

Outro racionalismo regional que prova a nova visão sobre o real e a matéria é a questão da cor, mais um realismo que foi racionalizado – e que foi também retificado em um percurso epistemológico desde o realismo ingênuo. Na antiga questão filosófica tradicional entre idealismo e realismo, os realistas radicais postulavam “toda a realidade”, enquanto os idealistas também radicais pregavam “todo o espírito”. Discutia-se acirradamente a dicotomia matéria e forma, ou matéria e qualidade. As discussões eram superficiais: “Discute-se o problema do conhecimento do mundo exterior sem invocar sequer a discursividade dos conhecimentos”; “para o filósofo não importa que matéria é que levanta o problema da matéria” (MR, p. 227); “toda a ontologia das qualidades começa por um dogmatismo da intuição do sujeito” (MR, p. 228). Esses diálogos seriam clareados com “a intervenção de um sábio que estudasse positivamente a matéria, que estudasse a matéria não simplesmente com os olhos mas com instrumentos cada vez mais numerosos, cada vez mais precisos” (MR, p. 226).

A essa situação antiga o materialismo erudito, que associa razão e técnica, trouxe uma nova realidade, que os filósofos, porém, não enxergam. Bachelard continua criticando os filósofos:

²⁰ Essa colocação de Bachelard esclarece bem que a ciência se faz sem a filosofia. O laboratório espantoso do químico já existe. O filósofo ainda vai entrar nele – se quiser e se tiver visão suficiente para acompanhar e interpretar o grande progresso da ciência (sob pena de ficar – o filósofo da ciência – defasado, preso a anacronismos clássicos e inoperantes, fazendo um discurso dessintonizado com os novos tempos científicos).

Toda uma ordem de discussão filosófica sobre as qualidades da matéria deveria ser profundamente modificada se os filósofos seguissem com um pouco de atenção simpática 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 exactamente instalar-se um racionalismo solidário de uma técnica, racionalismo que permitiria ordenar discussões mais cerradas que os confrontos metafísicos tradicionais. (MR, p. 226)

A questão das cores, aspecto da realidade sensível para as pessoas comuns e também para o realismo ingênuo e seus filósofos, era colocada de acordo com o interesse (utilitário, descritivo, estético) de cada um ou de uma corrente de pensamento. Porém a essas experiências utilitárias e estáticas subjetivas e intuitivas sobre as cores se contrapõe a objetividade científica, que revela a objetividade da matéria. O conhecimento discursivo de experiências bem ordenadas é que deve decidir sobre as qualidades da matéria e descobrir uma raiz profunda na realidade concreta, por meio das experiências de precisão progressiva, sob a consciência de conhecer e do “bem conhecer” proporcionado pela ciência contemporânea, que oferece a segurança do conhecimento objetivo da segunda aproximação.

Para o realismo, para o pensamento substancialista, “a cor de uma matéria é um fenômeno da extensão material ou, mais exactamente, da extensão da matéria” (MR, p. 229). O realismo ingênuo inscreveu a cor na profundidade da substância, na condição de uma propriedade, como fez a ontologia clássica. Mas “o pensamento substancialista deve ser [...] psicanalisado, moderado, relativizado”. (MR, p. 230). Ultrapassando a fase substancialista, operando com a fenomenotécnica, com experimentos objetivos e provas, o materialismo racional científico objetivo mostra que o “dado” é substituído pelo “trabalhado” e que o trabalho das matérias repercute-se num trabalho das noções (MR, p. 229).

Assim, no conhecimento de segunda aproximação, a questão da cor é levada para o nível da molécula, sob “uma instância filosófica nova: a da *cor construída*” (MR, p. 234). “É necessário, portanto, levar o filósofo para os problemas mais íntimos em que a cor de uma substância se relaciona com a própria estrutura das moléculas” (MR, p. 234). A produção de corantes é exemplo de uma fenomenotécnica da cor construída. A ciência racional constrói cores num prodigioso trabalho da química de corantes de matizes jamais vistos na natureza.

Porém o filósofo não acompanhou o perfil epistemológico e a trajetória epistemológica das cores – como não acompanha o desenvolvimento científico e

não se instrui em ciências. É preciso repetir que Bachelard só conseguiu acompanhar o desenvolvimento das ciências físicas porque era um filósofo formado e atuante nesse domínio. Ele escreve:

Um leitor 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. (MR, p. 238)

O racionalismo aplicado dialético é uma metafísica em que o espírito toma consciência da sua atividade de esforço das coordenações técnicas na organização da experiência, instruindo-se racionalmente acerca do empírico. O racionalismo não teme nem foge do empírico. O racionalismo racionaliza o empírico.

Assim, na polêmica entre empirismo e racionalismo, a técnica, os produtos artificiais, a matematização do conhecimento libertaram o espírito científico da natureza, processo que teve na química o maior exemplo (que foi a detonadora da segunda aproximação do conhecimento, com a teoria da relatividade): “A ruptura entre a Natureza e a técnica é talvez ainda mais nítida na química do que naquilo que se refere aos fenômenos estudados pela física” (MR, p. 243).

Dessa forma, o epistemólogo iniciou seu trabalho crítico às ciências físicas denunciando a matéria/substância do estado pré-científico e a resgatando no terceiro estado científico, com o racionalismo dialético, sob as teorias quântica e ondulatória desdobradas da física de Einstein – evidentemente seguindo os passos das ciências físicas em sua revolução.

3 EDUCAÇÃO EM BACHELARD: FORMAÇÃO INTELECTO-CIENTÍFICA

Das seis obras de Bachelard que lemos, em três ele aborda mais a educação escolar: *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*; *Filosofia do novo espírito científico: a filosofia do não* e *O racionalismo aplicado*. Porém até, no século XXI, não foi elaborada uma pedagogia escolar bachelardiana. Ele não inovou em princípios e métodos pedagógicos. Ele estava mais preocupado com a racionalidade que orienta o ato de conhecer, e não com a metodologia. Em seus relatos como professor, ele deixa antever a típica atividade tradicional de aula expositiva e prática: exposição para os alunos, leituras científicas, experiências em laboratório, demonstração da teoria na lousa, incentivo à pesquisa e à reflexão crítica. No entanto, a sua crítica à escola alcança os livros didáticos, a metodologia de ensino e a atitude do professor em sala de aula, no sentido de afastar quaisquer noções, preconceitos e interferências do senso comum que os alunos e os professores queiram interpor no conhecimento científico.

Em outros termos, como ele assevera, “a ciência moderna, em seu ensino regular, afasta-se de toda referência à erudição. E dá pouco espaço à história das ideias científicas”. Para ele, “o verdadeiro espírito científico deve constituir-se” (FEC, p. 34 e 36), superando-se os obstáculos epistemológicos e pedagógicos ante os ditames dos rigores da psicanálise do conhecimento. Sem a intenção de criar uma concepção ou corrente teórico-pedagógica, seu pensamento, todavia, nos possibilita alinhar a sua epistemologia da ciência à educação científica, que deve ser desenvolvida também na escola. Segundo ele, “a noção de *obstáculo epistemológico* pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação” (FEC, 1996, 21). Dessa afirmação podemos observar que ele realizou, sim, uma prática educativa de cunho instrutivo, em extensão à sua concepção teórico-epistemológica da ciência.

Para Bachelard a ciência, em renovação constante, é um contínuo aprendizado. O cientista é um eterno estudante, adquirindo conhecimentos, aprendendo com os próprios erros, retificando teorias e técnicas, buscando solução para problemas que ele mesmo coloca. E ainda se relacionando com seus pares da sociedade científica, que exercem vigilância mútua, trocam informações, promovem

encontros científicos, formam equipes de pesquisa e trabalho, expressam noções e problemas teóricos e experimentais por meio de publicações, recebendo respostas (diretas ou indiretas) e incitando as mentes quanto a questões científicas. Todo esse processo Bachelard enxerga como pedagógico. Ou seja, ele reconhecia o valor pedagógico da ciência e atribuía grande importância ao aspecto pedagógico das noções científicas. Portanto a referência que ele faz constantemente à pedagogia, em suas obras epistemológicas, está diretamente relacionada com a ciência, com o fazer científico, que é um dinâmico processo pedagógico, de constante aprendizagem, erros, acertos, retificação, construção, recomeço. Trata-se então de uma pedagogia da e para a ciência, em constituição e reconstituição. Noutras palavras, a ciência é ato e processo pedagógicos.

Dessa forma, Bachelard enxergava a escola como um espaço privilegiado de cultura e aprendizagem da ciência – o que é inegável em termos de situação ideal. Além disso, ele se via mais como professor do que como filósofo. Acreditava que a melhor maneira de avaliar a solidez das ideias era ensiná-las. Concordava com a afirmação bastante divulgada no magistério superior de que ensinar é a melhor maneira de aprender, pois o ato de ensinar exige a consciência de saber, sendo o magistério uma atividade de intersubjetividade pela qual o espírito pode garantir a objetividade do saber. Por isso ele fala também sobre a pedagogia escolar, geralmente com base em suas experiências de professor engajado com sua profissão. Então ele reunia condições essenciais para fazer comentários e observações sobre o ensino secundário escolar francês – e o fazia sempre relacionando a escola com a ciência ou algum aspecto epistemológico exposto em suas obras.

Vários estudiosos de Bachelard se manifestaram quanto ao aspecto educacional de sua obra, referindo-se a uma pedagogia científica, que para o epistemólogo é essencialmente o próprio desenvolver do pensamento científico, que é construído em etapas, abrangendo teorizações, experimentos, erros, retificações, recomeços. Dessa forma, o processo da pedagogia científica é constituído por estudos, dúvidas, questionamentos, construção e aproximações dos objetos científicos. Nesse trabalho, noções, teorias, ideias, conceitos e experimentos estão em constante alteração, enquanto os cientistas também vivem uma constante aprendizagem e formação como sujeitos do conhecimento e como espíritos científicos. Trata-se de um movimento dialético que tem como princípio fundamental

a psicanalisação permanente do sujeito e do objeto. Isto é, não se faz ciência sem estudo, aprendizagem, exercício, erros, retificações, acertos, aprimoramentos – como acontece na escola, nos atos pedagógicos. Tal é a pedagogia científica em Bachelard, pois a ciência é pedagógica em si.

Assim, o ato científico é necessariamente pedagógico, o fazer científico é pedagógico. Consciente disso, o cientista aceita humildemente a pedagogia intrínseca da ciência. Por sua vez, o professor consciente deve preparar, desde o início, em suas aulas de ciências, o aluno cientista sob uma visão científica, afastando todos os prejuízos causados pelo senso comum em ciência, evitando-se ruídos pedagógicos escolares no âmbito da ciência, oriundos do senso comum.

Referindo-se a uma pedagogia científica em Bachelard, Japiassu assim a define: “Tanto a ‘filosofia das ciências’ quanto o que chamamos de ‘projeto filosófico’ de Bachelard traduzem-se numa ‘pedagogia científica’” (1976, p. 71). Extrapolando-se essa exposição de Japiassu, pode-se dizer que pedagogia científica e o fazer científico, na concepção de Bachelard, se confundem, demonstrando ser um mesmo trabalho, porque o fazer científico é pedagógico em si, por requerer constantes reformulações, estudos, pesquisas, recomeços, retificações. O cientista está sempre estudando e corrigindo a ciência, em sucessivas aproximações do conhecimento.

A ciência como ato e processo pedagógicos é constatação que Bachelard faz e expõe por meio dos princípios fundamentais das suas obras epistemológicas: o conhecimento como processo contínuo de retificação e aproximações sucessivas; o racionalismo aplicado (unindo teoria e experiência) e plural (realizado nos racionalismos regionais); o racionalismo aberto, em processo de constante renovação, inovação, revolução, criatividade, ruptura, problematização, polêmica; a fenomenotécnica, com a técnica, a produção de aparelhos e instrumentos racionais e precisos; a indústria eficiente; o rigor científico e a vigilância social da cidadela dos sábios; a consciência da dificuldade da ciência e da pesquisa científica; a necessidade constante de superação de obstáculos epistemológicos, de psicanalisação do conhecimento e de autopsicanalisação por parte do espírito; a presença inevitável, necessária e edificante do erro; etc.

Japiassu declara a respeito da pedagogia científica de Bachelard, envolvendo a experiência e a vida pessoal do epistemólogo:

Não se pode separar as idéias pedagógicas de Bachelard de sua experiência pessoal da cultura nem tampouco explicá-las por ela. Adolescente sem idade, leitor noturno, Bachelard consagra sua existência à

sua própria *paidéia*, a exemplo da ciência, que é uma pedagogia indefinida da Razão. (1976, p. 74)

A ciência é um meio de saber e os estudos nunca têm fim, estando sempre em uma formação integral constante, à semelhança da Paideia grega (embora a ideia de *paidéia* envolva muito mais que a ciência). Japiassu diz que, para Bachelard, “a ciência não é algo que se conte, transmita ou imponha. Pelo contrário, é preciso que sua emergência seja vivida”. Ele afirma ainda: “Toda a filosofia de Bachelard é comandada por esta arte pedagógica” (1976, p. 76). Assim, para Bachelard, que propõe a psicanalisação e a vigilância constante do espírito, ciência, pedagogia e educação escolar não se separam. Conforme expõe Japiassu, a expressão “pedagogia da razão” sintetiza toda a epistemologia racionalista de Bachelard.

Então é por via da ciência que se chega ao pensamento educacional de Bachelard, para o qual ele apresenta preocupações e cuidados semelhantes aos do domínio científico. Em suas atividades de sala de aula e em seu exercício do magistério, Bachelard pensou principalmente como cientista – como fez em sua epistemologia, à qual dedicou mais paixão de cientista que de filósofo, contrapondo as ideias pré-científicas do senso comum ao pensamento objetivo científico em ciências físicas. Portanto, ele aplica à educação escolar princípios epistemológicos racionalistas, falando em obstáculos (epistemológicos e pedagógicos), psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão; conhecimentos empíricos já constituídos; intuições primeiras; erros iniciais; carga de afetividade em fenômenos interessantes e simbolizados; vestígios da alquimia nas aulas de química; fascínio pelo mistério primitivo dos minerais; etc. Todos esses problemas epistemológicos estão no psiquismo do aluno como estavam no espírito pré-científico e podem estar no cientista, dependendo do seu nível de conhecimento. Os alunos não entram para as aulas como “puros espíritos”. Eles entram com a alma, as paixões e os desejos diante da matéria, diante do espetáculo dos fenômenos mais interessantes e espantosos em física e química – atitudes, evidentemente, inaceitáveis nos cientistas e em aulas de ciências.

Embora não seja a maioria, existem escolas excelentes em termos de estudo e produção científica – que era a principal preocupação de Bachelard. Ele não fazia exigências mais abrangentes para a escola, com outros pontos de discussão, como o leque de temas e reivindicações que se tornou a questão da

educação ao longo da história, abrangendo diversos campos, como formação para a cidadania, luta de classes sociais, visão de mundo, ideologias políticas, gestão democrática, etc. Ele descreve um momento teórico-prático-teórico de uma aula de química, mostrando, como sempre, a presença da matemática:

Em resumo, no ensino elementar, as experiências muito marcantes, cheias de imagens, são falsos centros de interesse. É indispensável que o professor passe continuamente da mesa de experiências para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto. Quando voltar à experiência, estará mais preparado para distinguir os aspectos orgânicos do fenômeno. A experiência é feita para ilustrar um teorema. (FEC, p. 50)

Para Bachelard a ciência e a educação devem se renovar constantemente, pois é um aprendizado de erros e recomeços. Ele afirma que a “objetividade do conhecimento é uma tarefa pedagógica difícil e não mais como um dado primitivo” (NEC, 1968, p. 17). Nessa dificuldade da pedagogia da ciência a relação método/objeto e sujeito/objeto deve ser sempre verificada pelo cientista e pelo educador, pois o sujeito deve dobrar-se num processo de psicanálise do conhecimento, num ensino sobre a objetividade científica, pois a realidade científica manifesta-se no “fazer pensar”. E os educadores precisam conduzir os alunos para o conhecimento do objeto, porém eles mais emitem juízos do que ensinam (FEC, 1996, 258), tendo em vista que uma descoberta objetiva (o ensino objetivo) é imediatamente uma retificação subjetiva: se o objeto instrui, ele modifica o ser ao mesmo tempo em que o objeto psicanalisado promove modificação espiritual.

A característica de Bachelard como professor se deve mais à sua personalidade diferenciada do que a uma metodologia diferenciada; deve-se ao seu jeito de ser; à sua adoração pela ciência; ao seu humanismo (Lacroix diz que foi a pessoa mais humana que conheceu); ao seu senso poético; ao rigor e à vigilância que dispensava aos objetos científicos e ao conhecimento objetivo; ao seu espírito desenvolvido; à sua jovialidade e bom humor; à liberdade, irreverência e criatividade que devia permitir e incentivar em seus alunos; às suas concepções filosóficas; às suas características intelectuais e pessoais; ao seu grande conhecimento e cultura; ao seu profundo respeito pelo outro, pelo aluno, na relação eu-tu; ao teor dialógico, dialético, igualitário na sua relação com os alunos; à seriedade que impunha em seu trabalho. Certamente ele tentava ser um professor ideal – permitindo, tanto para os alunos como para si, erros e retificações, em constante estado de vigilância e psicanálise. Pergunta-se: tudo isso seria um método em pedagogia? Os professores

deveriam então responder ao trabalho pedagógico de Bachelard, assim como ele respondeu filosoficamente ao trabalho dos cientistas. De qualquer forma, ele deve ter falado em “utopia escolar” (FEC, p. 301) considerando as condições de ensino da realidade no todo, de todas as escolas e todos os professores e alunos. Mas, tomando como base o seu próprio trabalho no magistério, ele, coerentemente, deve tê-lo realizado de acordo com os princípios do racionalismo aplicado e do materialismo racional (epistemologias que defende) e com dedicação, profundidade, prazer, rigor, consciência, visão crítica, cientificismo, criatividade. Bachelard deve ter realizado a sua utopia particular no ensino – que no caso não foi então uma utopia e sim algo real.

O italiano Carlo Vinti (2003), um dos maiores comentadores de Bachelard, abordando a sua utopia escolar, relembra a relevância pedagógica epistemológica de Bachelard, falando sobre a pedagogia repressiva e o “complexo de Cassandra”, a pedagogia do conhecimento (da ciência), do racionalismo ensinante (do professor) e do racionalismo ensinado (do aluno). A caracterização do saber científico em sentido aberto e dinâmico assume, em Bachelard, uma precisa e original relevância pedagógica. A ciência tem um valor educativo na relação entre educador e educando em geral, mas especialmente na relação mestre-discípulo dentro das estruturas escolares. Vinti destaca que o ensino da ciência demanda uma preparação. O educador deve ser responsável perante os seus estudantes, pois o nascimento de uma cultura científica aberta exige uma preventiva remoção dos obstáculos pedagógicos, isto é, de todas aquelas valorizações próprias da vida e do pensar cotidiano, que impedem os estudantes ao contato direto com o saber científico e com os seus mecanismos de crescimento. O conceito de “catarse intelectual”, de psicanálise da própria verdade primeira não controlada aplicável à ciência é válido também no contexto escolar. No “esforço” educativo, o educador deve ter a coragem de não se prender a um único método, deve mudar o método educativo e saber o sentido da derrota (fracasso). Se uma metodologia não está sendo adequada, o professor deve ter o discernimento de mudar a metodologia de ensino para a compreensão do aluno.

Tal como o cientista enfrenta os obstáculos epistemológicos, o educador deve se preparar para superar os obstáculos epistemológicos e pedagógicos, vencendo as barreiras do senso comum e também as da metodologia não muito eficaz. A relação entre professores e alunos e o ensino se constrói com uma razão

objetiva, que derruba os obstáculos epistemológicos e pedagógicos e pela sua compreensão permite mudar a cultura empírica e experimental do aluno construída pela vida cotidiana. O conhecimento evolui progressivamente, cria novas evidências, outras verdades, outras explicações. Assim ocorre na ciência e no ensino, o que exige do professor reformulação constante de método a fim de obter a compreensão do aluno.

Por sua vez o aluno nem sempre deve ouvir o mestre nem tê-lo como o único depositário da verdade. Com a figura psicanalítica do “complexo de cassandra” (em *O racionalismo aplicado*), Bachelard se refere à forma de uma educação repressiva e fechada. O educador, condicionado por métodos repressivos, atua com um tipo de “controle intelectual”, que tende a adquirir evidentes caracteres sádicos, forma de dominação violenta, autoritarismos arbitrários. A violência é sobretudo do tipo cultural, deriva da “onisciência” do genitor e do mestre, que estabelecem um verdadeiro dogmatismo da verdade transmitida.

Para Bachelard o dogmatismo é “negação da cultura”. O dogmatismo fechado e “profético”, que impossibilita abertura para o futuro e não problematiza o presente, é também um obstáculo a ser superado. Portanto uma adequada psicanálise do processo pedagógico deveria destruir ou pelo menos explicar o complexo de Cassandra no ambiente escolar, que desvaloriza o possível processo educativo, negando abertura para o futuro. O complexo de Cassandra enxertado por um sadismo do educador, com um futuro profetizado, é uma sanção que hipoteca o futuro do homem a partir do presente e do passado. Na incerteza do futuro está também a sua liberdade. O dogmatismo e o autoritarismo produzem uma “fadiga” educativa. Isso não quer dizer que a educação deva ser fraca, superficial e “não controlada”. A verdade é necessária para a educação da criança e para a cultura do adolescente. No entanto é preciso eliminar a severidade arbitrária e ditatorial.

Na cultura escolar a severidade se caracteriza como a objetividade da experiência e o rigor dos argumentos racionais. Há assim uma ambivalência na relação educativa, que significa a necessidade de controle do aluno (que precisa de ajuda) e ao mesmo tempo o reconhecimento e incentivo de sua autonomia. Na dialética do racionalismo ensinante e do racionalismo ensinado, a crítica se exerce em dois sentidos: do professor ao aluno e do aluno ao professor. Vinti enfatiza a pedagogia da atitude objetiva e social preconizada por Bachelard, que tem no valor educativo da ciência um convite para o desenvolvimento social. A ciência conquista

a sua base, isto é, torna-se um discurso social, que também é formativo da sociedade de estudantes numa relação eficaz entre os indivíduos componentes da comunidade de pesquisa e na qual o professor não deve se distinguir pela sua autoridade. A ciência objetiva exige também um ensino socializado, a reciprocidade entre professor e aluno, a discussão aberta entre aquele que já é culturalmente avançado e aquele que encontra dificuldade na aprendizagem. Essa indispensável dialética entre professor e aluno, esse diálogo crítico e aberto, esse rigor científico vigiado por todos, essa liberdade de aprender e ensinar – quase sempre inexistentes nas escolas – levam a que se considere uma utopia a escola ideal: aquela que praticaria uma “pedagogia progressiva”, em analogia com a cidade científica. Escola e cidade científica seriam idênticas na evidência da ciência, na necessidade de deixar o conhecimento comum, na relação dialógica entre os seus membros. Essa é a “utopia escolar”. Trata-se da escola que “se permite” ministrar aulas como o cientista trabalha.

Em suas obras Bachelard não cita pedagogos, mas apresenta em *Filosofia do novo espírito científico: a filosofia do não* um filósofo que o inspirou particularmente na área do ensino escolar: Alfred Korzybsky²¹. Korzybsky fundou na América do Norte uma escola de lógica não-aristotélica que teve repercussão em várias ciências. Para esse pensador russo radicado nos Estados Unidos uma lógica não-aristotélica influía não só nas condições psicológicas mas também fisiológicas dos alunos, principalmente daqueles com problemas psicológicos e de aprendizagem – sendo porém benéfica a todos. Em uma obra de quase 800 páginas (*Science and sanity, an introduction to non-aristotelian systems and general semantics*), Korzybsky propõe uma reforma revolucionária em ciência e educação, como um plano de saúde e de vida – algumas ideias de Kozybsky são meio extravagantes, mas o princípio central do seu pensamento é aprovado por Bachelard.

Korzybsky se posiciona contra os determinismos racionalistas, a linearidade excessiva e o *time binding* do pensamento científico. Para ele a palavra-chave do ensino é “formação”, o que se coaduna com o pensamento de Bachelard, em cujas obras se pode captar a ideia de formação sob praticamente todos os princípios epistemológicos e pedagógicos. Em Bachelard, a ciência, o espírito, o cientista, o professor, o aluno estão sempre em formação – em constante processo

²¹ Cientista e filósofo polonês.

de psicanalisação, vigilância, ruptura, retificação, renovação. Um processo contínuo, ininterrupto e sem fim. Korzybsky considera a criança como um domínio especial; diz que ela nasce com um cérebro inacabado, como um organismo aberto; e fala da necessidade de psicanalisar os educadores para que se rompa o bloqueio psíquico que os caracteriza. Ele apresenta o conceito de “shifting character” como um processo mental de autoabertura sem o qual o professor não realiza o seu processo de liberação e mudança, não podendo, conseqüentemente, proporcionar a experiência da abertura para o aluno. Assim, o educador tem que estar com um “shifting character” ativo, em exercício, a fim de cumprir o seu papel, pois somente dessa forma se aplicaria uma pedagogia de transformação e formação.

Japiassu se arriscou a dizer que Bachelard realizou a sua própria paidéia. Nós nos arriscamos a dizer que o que Korzybsky propõe como processo educacional é uma paideia não-aristotélica. Podemos afirmar também que uma paideia aristotélica e não-aristotélica (considerando que a “filosofia do não” está em todo o pensamento de Bachelard) constitui a essência do princípio de formação em Bachelard (formação do cientista, do espírito, do professor, do aluno), em cuja filosofia imperam a liberação, a pluralidade, a transgressão de quaisquer estruturas limitadoras, a consciência de ser, a busca da verdade, o aprimoramento contínuo. Para Bachelard, consciente de todos esses princípios, o professor se torna uma “superpessoa” (RA, p. 91-92), vigilante da cultura e do conhecimento objetivo, apto a realizar uma atividade docente de formação, consciência, liberdade. Bachelard não se qualifica nem se autodenomina como superpessoa como professor.

Em *O racionalismo aplicado*, Bachelard desenvolve os conceitos de “racionalismo docente” e “racionalismo ensinado”. O racionalismo epistemológico tem por princípio a aplicação de um espírito a outro (RA, p. 19). Pelo não-psicologismo, o espírito de estudo incorpora um constante espírito crítico, aplicando o racionalismo do saber objetivo a si mesmo (“ensino virtual”) e a outros espíritos. Tem-se então uma ontologia da ideia ensinada que reveste o racionalismo docente. Dessa forma, “uma espécie de reação da clareza pedagógica do mestre manifesta-se na colocação em ordem no espírito do discípulo discente” (RA, p. 20). O professor tem que separar o pessoal do impessoal a fim de transmitir o conhecimento objetivo, ficando, portanto, em constante processo de consciente psicanalisação e vigilância, mantendo a dialética de psicologismo e não-psicologismo em todas as atividades de ciência e de ensino.

Como nas ciências físicas o conhecimento objetivo passa necessariamente pela matemática, deve-se ensinar as ciências de um modo matemático, isto é, abstratamente e sem subjetivismo. Bachelard destaca: “Há também um modo de ensinar *matematicamente a matemática*, ainda que esse ideal não seja tão facilmente atingido quanto se acredita” (RA, p. 20). Assim, por meio dos conhecimentos que adquire, o espírito toma cada vez mais consciência da sua identidade racional. A ordem desses conhecimentos ordena os próprios conhecimentos, em constante dialética pedagógica. Dessa forma, o espírito aprende, compõe, transmite, incentiva e cria saber. E se torna então um “ser de conhecimento” (RA, p. 22). Diante desse processo, Bachelard afirma: “o pensamento científico está em estado de pedagogia permanente” (RA, p. 23).

O racionalismo ensinado se torna um *valor*, “pelo qual se vê que *compreender é uma emergência do saber*”. E o professor é “aquele que faz *compreender*” (RA, p. 27). Bachelard diz ainda: “Desse modo, o inter-racionalismo em formação que podemos captar na dialética professor-aluno é filosoficamente mais rico de ensinamento que o racionalismo em forma” (RA, p. 28-29). Para ele a formação era constante e perene: em ciência, na escola, na vida.

No entanto, nesse processo de ensino e aprendizagem constante, a escola, o professor, a família, a sociedade não cumprem bem o seu papel. Nascida com a mente aberta, com o cérebro inacabado, a criança acaba tendo sua mente formatada pelos adultos de acordo com os princípios e interesses deles, geralmente em uma atitude autoritária, dogmática e até de um “sadismo pedagógico”. Antipedagógico, o autoritarismo dos mestres tem que ser combatido e denunciado. Por outro lado, são igualmente prejudiciais a onisciência e o poder exercido pelos pais, completando um quadro de opressão e falta de liberdade que atrapalha o processo de aprendizagem, desenvolvimento da cultura e autoliberação da criança e adolescente. Por isso os educadores precisam ser psicanalisados – aliás, a psicanalização é uma atividade constante do espírito.

Bachelard mostra que, em toda a história da cultura, percebe-se que a dialética do mestre e do aluno sempre se inverte (RA, p. 31-32), no sentido de que alunos brilhantes em alguma pesquisa acabam se tornando professores de antigos mestres em alguma especialidade. Esse fato reclama uma pedagogia dialogada ativa na comunidade científica, estabelecendo relações psicológicas e sociais integrantes da atividade cotidiana da ciência, o mesmo acontecendo na atividade

docente. Japiassu fala do “entusiasmo inflamado de Bachelard” por uma escola em que mestre e aluno permutem seus papéis de ensino e aprendizagem. A ciência objetiva só é educadora se seu ensino for socialmente ativo. Assim, a relação entre aluno e professor não pode ser inflexível e unilateral. Para Bachelard, “o princípio pedagógico fundamental da atitude objetiva é: *Quem é ensinado deve ensinar*” (FEC, p. 300). Quem recebe instrução deve transmiti-la. Trata-se de uma atitude dinâmica, autocrítica, antidogmática, criativa, que propicia a experiência psicológica do erro (FEC, p. 300). Nesse processo, o aluno deve ter a liberdade e até ser incentivado a criticar objetivamente o professor. Para Bachelard, “pode-se venerar o mestre contradizendo-o”. Na dialética entre aluno e professor, cria-se um campo interpsicológico “que tem por pólos o professor e o aluno” (RA, p. 27), realizando ambos um inter-racionalismo a ser sempre psicanalisado.

No entanto, instintivamente os professores cometem “erros pedagógicos”. Bachelard julga patogênica a relação psicológica entre aluno e professor. Por isso “educador e educando merecem uma psicanálise especial” (FEC, p. 24). Autoritário, convencido do próprio saber e poder, o professor não sente que fracassa, pois ele se julga um mestre e pensa comandar o processo de ensino com eficiência. Assim, ele não percebe que comete erros pedagógicos. Bachelard afirma que nunca viu um educador mudar de método pedagógico, reconhecendo a necessidade de fazer isso. Ele lembra principalmente os professores de ciências, que repetem lições e demonstrações, ignorando o obstáculo do conhecimento prévio dos alunos, julgando que o espírito está começando no momento da aula, a qual, se for bem dada, leva necessariamente à aprendizagem. Para ele, a escola deveria valorizar mais o ensino de ciências, mesmo o considerando difícil. Da mesma forma a sociedade deveria integrar a ciência na cultura geral, o que faria parte de um projeto de cultura contínua, num plano de cultura científica mais amplo.

Assim como Bachelard fala em mente preguiçosa para o cientista e o professor, ele fala para o aluno. Os maus alunos de química contentam-se com fórmulas empíricas, das quais gostam e pensam compreender, não demonstrando interesse em problematizar ou aprofundar teorias. No curso elementar, as imagens, o pitoresco, os incidentes (como a demonstração de explosões de produtos químicos) despertam a atenção dos alunos, liberando seu instinto traquinas e destruidor. Os jovens são fascinados pelas experiências perigosas, relatando de modo exagerado, para a família, os perigos que passam no laboratório, como

vítimas da ciência. É como se vivessem uma aventura excitante. Bachelard revela sobre sua experiência como professor: “Muitas vezes, em minhas aulas no curso elementar de física, constatei que essa “imagem material” fornece uma imediata e desastrosa satisfação às mentes preguiçosas. Mesmo diante da demonstração precisa, a tendência é voltar à primeira imagem” (FEC, p. 278). Ele denuncia ainda o estudo facilitado no ensino elementar francês:

As reformas do ensino secundário na França, nos últimos dez anos, ao diminuir a dificuldade dos problemas de física, ao implantar, em certos casos, até um ensino de física sem problemas, feito só de perguntas orais, desconhecem o real sentido do espírito científico. Mais vale a ignorância total do que um conhecimento esvaziado de seu princípio fundamental. (FEC, p. 50)

Vendo o aluno, Bachelard pensa no futuro cientista, sob a ideia de que aluno mal ensinado resulta em cientista com problemas de conhecimento e psicologicamente mal preparado, requerendo uma psicanálise especial. O ensino elementar facilitado, sem o devido “equacionamento racional da experiência determinado pela formulação de um problema, sem o constante recurso a uma construção racional bem explícita”, pode fazer com que surja “uma espécie de *inconsciente do espírito científico*, que, mais tarde, vai exigir uma lenta e difícil psicanálise para ser exorcizado” (FEC, p. 51). É preciso buscar a objetividade do objeto; é preciso fazer do aluno um observador de um objeto científico.

Dessa forma, ele enfatiza a importância de se fazer a produção algébrica dos objetos científicos e explicitar para o aluno como é feita essa produção algébrica. O aluno deve compreender que é pelo cálculo discursivo que se explicam os fenômenos da física. Porém o professor geralmente não o leva a tais raciocínios, preferindo um método fácil de apresentar logo os resultados. Por esse método o aluno não aprende efetivamente por que não compreende. Não basta que o professor saiba, é preciso que o aluno compreenda. Embora seja mais simples ensinar só os resultados, é preciso explicar a linha de produção que levou ao resultado, senão o aluno não vai compreender efetivamente e vai associar o resultado a suas imagens mais conhecidas. Seguindo uma linha de raciocínio e compreendendo, o aluno terá de fato aprendido porque só se consegue reter aquilo que se compreende. Bachelard diz que “o aluno compreende do seu jeito. Já que não lhe deram as razões, ele junta ao resultado razões pessoais” (FEC, p. 289). Ele escreve:

A noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação. Em ambos os casos, esse estudo não é fácil. [...] Na educação, a noção de obstáculo pedagógico também é desconhecida. Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. (FEC, p. 23)

Portanto, assim como há obstáculos epistemológicos, há obstáculos pedagógicos, requerendo que o processo de ensino realize ruptura e retificação, como ocorre em ciência. É preciso romper com o realismo ingênuo, com o passado, com o velho, consigo mesmo, com o ensino tradicional. Essa é uma atitude de aprendizagem e renovação em todos os aspectos. E tal princípio deve imperar na educação escolar. Uma escola que consiga realizar constantemente a ruptura será permanente e estará promovendo ciência. Conforme Bachelard, “é preciso também *inquietar* a razão e desfazer os hábitos do conhecimento objetivo. Deve ser, aliás, a prática pedagógica constante” (FEC, p. 302). O gosto pelo conhecimento objetivo é uma vontade do espírito, nítida em almas elevadas, atributo de poucos. Não é um valor social geral, porque as sociedades não integraram o ensino das ciências na cultura geral. Se o fizessem, adotar-se-ia então o “princípio da cultura contínua”, que não ficaria presa à escola e continuaria pela vida. Bachelard diz que “é essa escola que a ciência deve fundar”. E conclui esse pensamento: “Então, os interesses sociais estarão definitivamente invertidos: a Sociedade será feita para a Escola e não a Escola para a Sociedade” (FEC, p. 309-310).

Sobre suas aulas, ele relata que, para vencer obstáculos epistemológicos e pedagógicos e fazer a produção algébrica, procurava desenvolver em seus alunos o hábito do pensamento discursivo desde o ensino elementar, afastando aos poucos as imagens e as intuições. Apegados às imagens, os alunos precisam se libertar delas. Assim, eles os encaminhava para a abstração, tentando despertar neles o gosto pela abstração. Ele afirma: “acho que o primeiro princípio da educação científica é, no reino intelectual, esse ascetismo que é o pensamento abstrato”. É somente pelo conhecimento abstrato que se domina o conhecimento experimental. Diante disso, ele recomendava o rigor como a melhor psicanálise para a intuição, porque a intuição pode ser útil num primeiro momento, mas depois deve ser psicanalisada, pois pode enganar; então ela só deve ser aproveitada após a sua psicanálise. Até no pensamento matemático existem graus diferentes de abstração, sendo o pensamento algébrico uma psicanálise do pensamento geométrico.

Quanto à intuição, às imagens, ao conhecimento comum prévio dos alunos do nível elementar que ele tanto combatia, Soraia Freaza Lôbo apresenta uma objeção, pensando em outros aspectos do psiquismo dos alunos. Admitindo uma constante crise no ensino de ciências, ela diz que novas orientações pedagógicas têm sido adotadas. Citando alguns autores estrangeiros (Wandersee J. H. e Willian W. Cobern), ela afirma que vigora desde a década de 80 um modelo de aprendizagem por “mudança conceitual”, que tem sido considerado o “foco emergente do ensino de ciências”. Os alunos apresentam resistência à aprendizagem dos conceitos científicos, e os educadores buscam estratégias pedagógicas para mudar as “concepções alternativas” dos alunos por “concepções científicas”. Bachelard não vacilaria, dizendo simplesmente que é preciso realizar com os alunos um processo de psicanálise do conhecimento. Porém Lôbo escreve sobre esse modelo de concepções científicas:

Embora as pesquisas em ensino de ciências, ainda hoje, girem em torno desse modelo, muitas críticas têm sido feitas, especialmente no que se refere à constatação de que a mudança das concepções alternativas dos estudantes pelas concepções científicas rompe com crenças fortemente arraigadas e, portanto, bastante significativas para eles, dentro de sua visão de mundo. (2002, p. 145)

Como se vê, não parece fácil aplicar as orientações de Bachelard ao ensino escolar com todo o rigor que ele desejava. Lôbo fala ainda que o ensino de muitos conceitos científicos (“totalmente contraintuitivos”) pode ser um processo reversível e pouco efetivo, pois logo os alunos voltariam para as antigas concepções compatíveis com sua visão de mundo, ou seja, voltariam para o conhecimento comum – que Bachelard pretendia banir da ciência e seu ensino. Formada em química, a autora dá o exemplo do orbital, um conceito de grande abstração, que já nasceu racional, como uma construção teórica da mecânica quântica – e deve ser uma noção do curso superior de química. Bachelard trabalhou mais com o ensino elementar, que deve corresponder ao ensino médio no sistema de ensino brasileiro. Realmente seria necessária uma pesquisa específica, envolvendo especialistas em ciência e em educação, a fim de definir melhor a necessidade e importância (ou o malefício) dos conceitos científicos das ciências físicas no ensino elementar, formado de um público heterogêneo que entrará, em nível de ensino superior, para as diversas áreas do saber, abrangendo as artes e as ciências humanas e sociais – o que deve estar sendo feito nos vários sistemas de ensino do mundo, a exemplo do que cita Castelão-Lawless nos EUA. Para o público homogêneo dos cursos

superiores de química (e de qualquer domínio), é inegável a importância dos conceitos científicos e da rigorosa racionalização, condições, aliás, imprescindíveis para a formação dos futuros cientistas – nesse nível deve ser exigida a psicanálise do conhecimento vulgar e intuitivo, pois o que importa não é a visão de mundo dos indivíduos e sim as leis científicas laboriosamente construídas pela cidadela dos sábios e que significam a existência e a revolução da ciência.

Bachelard apresenta maus exemplos do ensino de sua época e explica um de seus procedimentos como professor. Em *A formação do espírito científico*, ao discorrer sobre os obstáculos do conhecimento quantitativo, frisando o excesso da precisão numérica, ele acusa os problemas de física nos exames de conclusão do curso secundário contemporâneos pelos muitos exemplos de precisão numérica mal fundada. Essas aplicações numéricas exigem extrema precisão, não levando em conta o problema do erro e operações matemáticas em que “sobra resto”. Então, diante de contas que “não dão certo” os alunos se apavoram, repetindo inutilmente as operações matemáticas, tentando obter um resultado exato. O aluno fica preocupado com o número de decimais apresentadas nos problemas e não consegue raciocinar sobre essa questão matemática, sem conseguir relacioná-la corretamente com o objeto da física. Bachelard afirma quanto à junção de física e matemática: “Quando duas disciplinas interferem, como a matemática com a física, é raro que os alunos harmonizem as duas “precisões” (FEC, p. 262). Então ele conta que, em suas aulas, com o fim de ensinar aos alunos “as sadias aproximações”, apresenta problemas simples, com a devida observação para a margem de erro. Pede, por exemplo, para calcularem, “com margem de erro de um centímetro, o raio médio de um carvalho que tem 150 centímetros de circunferência” (idem, p. 262-263).

Bachelard conta ainda que “ao comentar uma página luminosa de Borel”²², mostra a “desarmonia das precisões”, a propósito de um problema sobre preço e medida de um terreno para construção em Paris. Segundo ele, o excesso de precisão, apresentando números exatos e cobrando respostas exatas, é um erro em muitos problemas matemáticos, embaralhando inutilmente o raciocínio do aluno e o impedindo de pensar em possibilidades mais criativas de acordo com a realidade da situação. Portanto, atuando como professor ou como epistemólogo, ele se posiciona contra o excesso de precisão, a precisão a qualquer custo, muitas vezes sem

²² Félix Édouard Justin Émile Borel (1871-1956): Matemático e político francês.

sentido e até impedindo um raciocínio aproximativo inteligente que resolveria melhor o problema matemático ou físico.

Ele apresenta também um caso da geografia, cujos “atuais manuais” “estão repletos de dados numéricos dos quais não se apresenta a variabilidade nem o campo de exatidão”. E dá alguns exemplos: a) “a temperatura média em Menton é de 16°3”; há um paradoxo no fato “de a média ser apreciada até o décimo de grau, ao passo que a utilização prática dos dados climáticos se contenta com o enunciado apenas em graus” sem se referir a décimos; b) “o departamento do Sena tem uma densidade de 9.192 habitantes por quilômetro quadrado”; ele comenta que a densidade populacional é um “conceito claro e útil contanto que lhe seja deixada a conveniente indeterminação”; foi, no entanto, dado “um número *fixo* para um conceito *flutuante*” (9.192 e densidade populacional). Ele comenta ainda sobre o excesso de números em geografia, aludindo-se a determinado livro de geografia que traz exagero de números, e fazendo uma crítica à pedagogia:

Desse mesmo autor, o livro de geografia para alunos de 16 anos contém 3.480 números, quase todos com o mesmo valor científico. Essa sobrecarga numérica obriga os alunos a guardarem mais de 100 números por hora de aula. Isso é pretexto para uma pedagogia detestável, atentatória ao bom senso mas que mantém sem encontrar a mínima crítica em disciplinas que, de científicas, só têm o nome. (FEC, p. 266)

Barbosa e Bulcão, sob o item “educação como formação e reforma”, acreditam, citando Fabre, que se possa pensar em uma pedagogia bachelardiana cujo eixo seria a formação. Elas introduzem assim essa ideia:

Apesar do tema da educação não ter sido tratado de forma explícita e direta por Bachelard, é possível, a nosso ver, retirar de suas obras contribuições importantes que levariam à constituição de um novo modelo de escola e de aprendizagem. Concordamos com Michel Fabre quando diz, em seu livro *Bachelard Éducateur*, que, da obra bachelardiana, emana a proposta de fundar uma antropologia escolar baseada numa metafísica do espírito. O tema da educação está presente na obra bachelardiana através da noção de formação, termo constante em todos os seus textos. (2004, p. 50)

A formação a que se referem é a do sujeito. Segundo Barbosa, a noção de formação em Bachelard é mais completa e abrangente que a noção de educação, pois esta última leva a conotações tradicionais quanto ao conhecimento, compreendido como ato de repetir e memorizar. O conceito de formação em Bachelard “exalta a criação e a invenção”. Para ele conhecer “é aventurar no reino do novo e do abrupto” (BARBOSA, 2004, p. 51), é negar saberes anteriores, estabelecer novas verdades, retificar conceitos. E se trata de uma formação dupla, nos dois reinos, da razão e da imaginação (do racional e do poético) – levando “à

formação plena do indivíduo”. Seria um processo de educação permanente, implicando a eliminação constante de erros subjetivos, em contínua psicanálise do conhecimento. Dessa forma o conhecimento seria “o resultado de um trabalho ativo, no que diz respeito ao objeto, como também no que diz respeito ao sujeito” – “a filosofia de Bachelard é, pois, uma filosofia do trabalho” (2004, p. 54). Dessa forma, o sujeito teria um trabalho ativo constante e consciente com sua formação, com sua autoeducação, a que ele seria conduzido por um projeto científico cultural escolar – e, de acordo com os devidos níveis, em consonância com a cultura científica da cidadela dos sábios. Portanto “o trabalho constitui valor primordial na obra bachelardiana”.

Ainda segundo as autoras, Bachelard fundamenta o processo do conhecimento em uma pedagogia intersubjetiva, envolvendo um racionalismo docente e discente. Elas afirmam: “A nosso ver, a noção de intersubjetividade traz no seu bojo os germes de uma nova pedagogia que mostra que o racionalismo atual é, fundamentalmente, um racionalismo docente e discente” (2004, p. 57). A intersubjetividade de Bachelard, expressa no *cogitamus* da cidadela dos sábios, se impõe como fundamento da objetividade científica, que poderia ser um modelo para a escola. Não se pautando por certezas e ideias absolutas, estando sempre em reconstrução e recomeço, o racionalismo atual se define como docente e discente, em constante ato de aprendizagem. Nesse sentido, a escola, lugar privilegiado de troca ininterrupta de ideias, coloca-se como espaço de realização do racionalismo atual na sua missão de ensinar.

Conforme dizem Barbosa e Bulcão, Michel Fabre, em *Bachelard Éducateur*, analisa o pensamento do epistemólogo sob o enfoque da educação como formadora – o que o próprio Bachelard já tinha afirmado, inclusive se referindo a Korzybsky. Usando o termo “bachelardismo” como um estado de espírito, uma maneira de viver e de enriquecer a razão, Fabre analisa o pensamento de Bachelard tomando como referência a formação em sentido amplo. Ele prefere, como Bachelard, empregar o termo “formação” em vez de “educação”. Mostrando a ênfase no trabalho para a formação, Fabre expressa a utopia Bachelardiana: “Là est sans doute la pointe de l’utopie bachelardienne: faire de la formation, à la fois travail de l’object et travail sur soi, la grande aventure de la modernité” (1995, p. 4). A filosofia de Bachelard é um pensamento do trabalho: trabalho dos conceitos, das imagens, das matérias. E o espírito só pode transformar os objetos se se transforma.

Fabre vê nisso a noção grega da ideia de formação permanente. E sustenta a tese de um Bachelard filósofo da formação, vendo a formação como a principal preocupação transversal capaz de unir a dualidade da obra de Bachelard (ciência e poesia) – portanto Fabre enfoca a formação nesse duplo aspecto. E o processo de formação também tem dupla face porque o sujeito atua sobre o objeto e sobre si mesmo. Tomando *A formação do espírito científico* como obra básica de Bachelard para tais análises e se valendo de outros estudiosos de Bachelard – como Michel Serres –, Fabre concorda com o conceito de formação na mais larga extensão: linguística, lógica, biologia, geologia, instituições, leis, passando pela formação histórica das ciências e pela formação biopsicológica dos indivíduos. Bachelard circula de uma área a outra fazendo a comunicação entre elas, chegando à formação da língua científica e à formação científica dos alunos. Para Fabre, existe, pois, uma filosofia da formação em Bachelard.

Segundo Fabre, a reflexão pedagógica não constitui um tema ocasional em Bachelard. Ao contrário, é uma preocupação recorrente, já que para ele a escola constitui o modelo mais elevado da vida social, aquela onde as relações sociais são fundadas numa vontade de saber juntos e um pelo outro – na sua utopia de uma sociedade feita para a escola e não a escola feita para a sociedade. Assim, a relação pedagógica da instituição da escola serve de exemplo para pensar o *cogito* científico. E inversamente a cidade científica serve de modelo à formação escolar. É por esse cruzamento da escola e da sociedade científica que se ilumina a utopia. Escola e comunidade científica estão, portanto, numa relação dialética. O ideal do conhecimento desinteressado da formação escolar de certa forma controla o pragmatismo e a tentação de poder da cidade científica, cujo dinamismo de pesquisa científica tira a escola do seu dogmatismo. Bachelard sonha com uma escola epistemologicamente reformada, uma escola animada por um “novo espírito pedagógico”. Essa é a escola ideal, uma síntese da forma pedagógica e do dinamismo científico, onde se cumpriria um verdadeiro trabalho formador, que fornece por sua vez o ideal da vida social.

Ainda de acordo com Fabre, a problemática da formação do espírito se desenvolve, para Bachelard, no eixo privilegiado da formação científica e na forma da psicanálise da razão. Para Bachelard, como dito por todos os seus comentadores, o racionalismo é uma filosofia do recomeço, da reconstituição, reorganização, do pensamento que recomeça. Na análise dos obstáculos ao

conhecimento está sempre ligada uma psicanálise do conhecimento ou da razão. E quase todas as suas obras da epistemologia fazem referência à psicanálise. Segundo Fabre (1995, p. 20), Dominique Lecourt acena para o fato de que Bachelard tenha recorrido à psicanálise para não escolher seu campo da filosofia. Sua posição de neutralidade e sua referência ao modelo de cura (psicanálise) permitem-lhe teorizar uma intervenção filosófica em ciência, e em termos que não sejam imediatamente filosóficos. Assim, Bachelard teria se dispensado da obrigação filosófica. Ou melhor, ele promove uma filosofia integral (com suas pretensões de fundar e abraçar tudo), uma filosofia diferencial, uma filosofia do detalhe epistemológico para descrever de maneira muito precisa o processo da formação dos conceitos (e das imagens, considerando-se o seu trabalho poético) no espírito em formação. Portanto, conclui Fabre, o que dá realmente unidade à obra de Bachelard é a perspectiva da formação. O racionalismo bachelardiano pode com efeito se definir como um “projeto de abertura integral” (1995, p. 21), um alcance de novidade científica. Integrar a cultura científica na cultura geral foi a ambição de Bachelard. E o meio para tal intento é a pedagogia da razão – que se manifesta na ciência e na escola. Na escola, a educação científica requer intercambiar as posições de professor e de aluno, de tomar alternativamente a posição dos fatos e das razões, em outras palavras, de alternar o empirismo do ensino recebido e o racionalismo da instrução dada. De modo crítico-reflexivo, podemos dizer que a razão tem primazia em relação à ciência, pois é preciso pensar contra o cérebro (FEC, p. 308).

Analisando Bachelard, Fabre se situa nas próprias ideias do epistemólogo. Tomando a temática da formação, extraída de Bachelard, Fabre aborda a função e o sentido da psicanálise da razão, tida como uma psicanálise especial, aplicada aos conceitos e sujeitos científicos na elaboração da ciência. Ele destaca o sentido ético da ciência, que tem a formação e a aprendizagem como um pilar básico, e enfatiza o trabalho, como fez o próprio Bachelard, já que ciência se faz com estudo e trabalho, num processo individual e intersubjetivo dos sujeitos científicos.

Dentro da ideia de intersubjetividade, está o pensamento de Bachelard de que, nas atividades escolares, poder-se-ia aplicar uma técnica pedagógica do trabalho de monitores, em que estes atuassem numa “escala de aulas de rigor decrescente”. Ele explica como seria: “O primeiro da classe recebe, como

recompensa, a alegria de explicar para o segundo, o segundo para o terceiro, e assim sucessivamente” (FEC, p. 300). Dessa forma, além da dialética entre professor e aluno – cujos papéis se invertem sempre, no sentido de que ambos estão constantemente trocando, um perante o outro, as suas posições, ambos ensinando e ambos aprendendo –, há entre os alunos uma relação dinâmica em que ensinar e aprender são atos socializados e compartilhados, visando-se sempre à aprendizagem efetiva do conhecimento objetivo, tendo por elemento fundante a formação da racionalidade no ato de ensinar e no ato de aprender.

Sob o princípio de que a cultura científica deve começar por uma catarse intelectual e afetiva, Bachelard adverte os professores sobre sua responsabilidade perante os alunos, dizendo que devem compreender sua psicologia a fim de combater os pensamentos do senso comum enraizados (pensamentos subjetivos, mágicos, míticos, imagéticos, ingênuos, misteriosos, preconceituosos, ancestrais, inconscientes, confusos, contingentes) – “O espírito quer ligar todos os seus conhecimentos à imagem central e primeira” (FEC, 290). Porém os professores têm uma visão curta, não compreendem profundamente a psicologia, padecem de uma indolência intelectual e acabam não promovendo o ensino correto. Substituem as descobertas por aulas; não conduzem cientificamente o aluno ao conhecimento do objeto; emitem mais juízos que ensinam; pouco fazem para “curar a ansiedade” dos alunos “diante da necessidade de corrigir sua maneira de pensar e da necessidade de sair de si para encontrar a verdade objectiva” (FEC, p. 258); o professor não é um “educador científico”; não está preparado para “inquietar a razão” dos alunos – nem a sua própria; não promovem o ensino das descobertas; não ensinam o aluno a inventar; não levam o aluno a se libertar. Na verdade a sociedade toda não está preparada para esse ensino ideal. Bachelard reconhece: “Essa pedagogia apurada exigiria sociedades científicas complexas, sociedades científicas que, além do esforço lógico, fizessem um esforço psicológico” (FEC, p. 299).

O esforço psicológico que Bachelard requer para as sociedades científicas – estendendo-se à relação escolar – lembra a relação com o saber que Bernard Charlot (2005) reclama para alunos e professores, quando escreve sobre toda a problemática do ensino, envolvendo as políticas educacionais mundiais, o fracasso escolar, a questão do dom, os *habitus*, as diferenças de classes sociais, os interesses das famílias, o senso utilitário da escola. Charlot também considera que possa haver educação sem esforço. Traduzidos em termos mais simples, o esforço

psicológico e a relação com o saber significam interesse, compromisso, gosto, desejo, prazer, seriedade, vontade de querer estudar e aprender. Para Charlot, na relação com o saber, o aluno precisa adquirir e conquistar o seu “eu epistêmico” como condição necessária. Trata-se de uma relação íntima e de respeito do espírito em relação ao objeto do saber, situação espinhosa na instituição educacional de todos os tempos e lugares. Uma lei da escola atual – e também um lugar-comum já banalizado – é a motivação do aluno pelo professor, o qual encara essa regra como desafio ou uma tortura (ou simplesmente não encara e ignora). Em suas teorias, Charlot substitui o conceito de motivação (que é mais do professor) pelo de mobilização (que é mais do aluno). Nisso ele vê vários aspectos: social, psicológico, individual, inconsciente. Ele diz:

Não estou pensando em termos de motivação, em como vou fazer para motivar os alunos. Não é esse o problema. O problema para mim é o que posso fazer para que o aluno se mobilize. A mobilização é um movimento interno do aluno, é a dinâmica interna do aluno que, evidentemente, se articula com o problema do desejo. Nesse caminho, a sociologia encontra-se com a psicanálise, e a dinâmica do desejo é analisada sob o ponto de vista social e também pessoal, inclusive na perspectiva do inconsciente. O sujeito do desejo é um sujeito que interpreta o mundo. (2005, p. 19-20)

Bachelard é contra o senso utilitário em ciência e na escola. Porém, no século XXI, as escolas, sob o sistema do neoliberalismo²³ e o comando da cibercultura²⁴, formam os alunos para um mercado mundial de trabalho, a mão de obra especializada, a profissão que lhes garantirá a subsistência. O aluno cumpre as exigências da educação oficial porque precisa do diploma. Trata-se da escola-empresa, cada vez mais privatizada; uma escola a serviço da economia globalizada, que pratica a pedagogia da competência (e da concorrência) para um aluno-cliente, obedecendo aos ditames de organizações internacionais, como o Banco Mundial, a Organização Mundial do Comércio (OMC), a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o Fundo Monetário Internacional (FMI), a Comissão Europeia – que controlam cada vez mais universidades, laboratórios, pesquisas, cientistas, instituições escolares, conforme o cenário que descreve Laval (2004). Sob o controle dessas organizações e os interesses do capital internacional, é oferecida na escola uma formação *standard*, já preparada previamente para o aluno, que nem se preocupa em exercer o seu eu epistêmico, e só precisa da

²³ O neoliberalismo consiste em idéias de ordem política e econômica de natureza capitalista que tem por princípio a não-intervenção do Estado na economia.

²⁴ Comunicação virtual por meio de redes de computadores e outras formas de comunicação da internet.

liberdade de escolher o curso mais conveniente, cumprindo tarefas didáticas meticulosamente preparadas por especialistas em educação que sabem e decidem o que e como o aluno deve aprender. Uma realidade bem diferente da utopia de Bachelard. Mas Bachelard deixou a lição: nada é definitivo e acabado; tudo está em constante evolução e mudança. Portanto mesmo com capitalismo pode-se sonhar com a escola idealizada por Bachelard – e por grandes pensadores e professores dedicados ao domínio da educação. Alguns estudiosos de Bachelard, abordando o aspecto do ensino, ainda acreditam com essa escola ideal.

Castelão-Lawless, por exemplo, referindo-se a uma “nova educação científica”, afirma: “Para Bachelard [...], a ciência gera valores que são depois utilizados na educação das crianças, e tanto na preparação dos estudantes da ciência como na dos cientistas” (2012, p. 20). Nesse texto, ela comenta a crítica que Bachelard faz aos métodos pedagógicos das escolas de Maria Montessori, que ele considerou uma regressão no conhecimento por tratarem a química como uma continuidade ao conhecimento ingênuo e às impressões primeiras. Nessa crítica ele abrange os professores, que se infantilizam nas aulas pelo método de Maria Montessori. Esse exemplo endossa a visão de Bachelard quanto à deficiência geral da educação, que Castelão-Lawless expressa tão bem: “Os obstáculos epistemológicos não desaparecem quando se vai à escola. Os livros, as teorias, as experiências, os professores, e até a dinâmica entre os alunos e os professores podem contribuir para a regressão do conhecimento objectivo” (2012, p. 25). Castelão-Lawless considera ainda de maior pertinência, na atual sociedade tecnológica, as questões postas por Bachelard sobre a necessidade de reformar a educação científica. Ela diz, expondo o conceito de “iliteracia científica” (falta ou deficiência de conhecimento em ciência):

A iliteracia científica continua a existir, e é cada vez mais perigosa para as sociedades avançadas e altamente tecnológicas como a nossa, pois leva à superstição e à inabilidade da maioria das pessoas em distinguir entre ciência e não-ciência, entre ideologia e pensamento crítico. (CASTELÃO-LAWLESS, 2012, p. 30)

Castelão-Lawless espera que a escola contemporânea forneça pelo menos “os princípios filosóficos que subjazem às novas ciências”. Ela julga isso fundamental para o exercício da cidadania, para a reflexão além da ciência, para os “valores de conhecimento” a que se referiu Bachelard. E cita um exemplo de busca

de literacia científica (aumento do conhecimento em ciência)²⁵. Segundo ela, as dimensões da literacia científica pensada pelos cientistas que trabalharam no projeto (elaborado para as ciências naturais e a matemática) são: a familiarização com o mundo natural, bem como o reconhecimento da sua diversidade e unidade; a compreensão de conceitos-chave e princípios científicos; a consciência da interdependência entre ciência, matemática e tecnologia; o reconhecimento de que ciência, matemática e tecnologia são empreendimentos humanos com poderes e limitações; a capacidade para pensar de um modo científico; o uso do conhecimento e pensamento científico para fins individuais e sociais.

Castelão-Lawless faz algumas observações relacionando esse projeto ao pensamento de Bachelard: a) esses critérios da American Association for the Advancement of Science (AAAS) estão entre as noções essenciais que Bachelard requeria para professores e alunos quanto aos princípios que guiam as ciências modernas, tendo em vista a estreita relação entre ciência, matemática e tecnologia; b) ciência, matemática e tecnologia são domínios fundamentalmente humanos com poderes e limites próprios; c) os alunos deveriam aprender a transferir os saberes das ciências físicas para domínios mais vastos; d) o professor deve ensinar os conteúdos das ciências e também a sua filosofia; e) é a filosofia que trata dos valores da ciência (conhecimento aproximado, consenso intersubjetivo, relação entre teoria e prática, princípios morais e culturais).

Segundo essa estudiosa, as considerações da matéria da revista se assemelham ao discurso bachelardiano, não falando em verdades absolutas, dogmas, autoridade, e enfatizando ideias que Bachelard defendeu, como a necessidade do argumento em ciências, além de explicações e fatos apresentados pelos professores; e as concepções erradas que os alunos já trazem do conhecimento comum. Na avaliação de Castelão-Lawless, o projeto da AAAS para o ensino de ciências nas escolas secundárias dos Estados Unidos da América pode apresentar fundamentos do pensamento da pedagogia científica de Bachelard. Todavia, o ensino americano recebe críticas de estudiosos sobre a educação, como, por exemplo, Ravitch, que, ao rever o seu pensamento sobre a meritocracia também avaliada em provões, critica testes padronizados e modelos de mercado que ameaçam a educação.

²⁵ Trata-se do projeto exposto no livro *Benchmarks for Science Literacy - Project 2061*, da American Association for the Advancement of Science (AAAS), que tem o objetivo de aumentar a literacia científica dos alunos das escolas secundárias norte-americanas

Tomando as ideias e sugestões de Bachelard sobre o ensino, como se poderia denominar uma linha pedagógica erguida sobre suas orientações quanto ao ensino escolar? Algumas possibilidades de tema indicando um possível eixo central para se pensar uma pedagogia bachelardiana poderiam ser: pedagogia da formação; pedagogia progressiva; pedagogia da compreensão; da inquietação; da ruptura e retificação; da invenção e criatividade; da verificação do conhecimento (não confundir com avaliação); do aumento positivo do conhecimento; da descoberta (RA, p. 49); da cultura recorrente (RA, p. 107; da recorrência/recorrente; da necessidade racional (RA, p. 28); da hierarquia das ideias (RA, p. 111); da monitoria; do pensamento (RA, p. 118); do racionalismo aplicado e do racionalismo ensinado (RA, p. 91); pedagogia racionalista; do ato racionalista (RA, p. 51); do ensino realizador (RA, p. 91); da razão profunda (RA, p. 117); do conhecimento objetivo; da sondagem psicológica; do esforço psicológico do conhecimento; pedagogia epistemológico-científica; pedagogia psicológico-compreensiva; da consciência do conhecimento; da tomada de consciência; da autoconsciência; da racionalidade consciente; da consciência da racionalidade; da descoberta; do racionalismo docente; do argumento/argumentativa; do apodítico/apodítica; da cultura contínua; da dúvida; da ruptura; pedagogia problematizadora; da liberação pela ciência; pedagogia da atitude objetiva; etc. Essas expressões apenas representam algumas das principais ideias sistematizadas para a ciência e a escola. Evidentemente, como procedem alguns de seus comentadores, o que fazemos aqui são análises e conjecturas sobre uma tendência pedagógica bachelardiana que não existe. Somente um amplo e profundo estudo de toda a história da pedagogia escolar e das suas filosofias poderia revelar quais dos princípios educativos mostrados por Bachelard já fazem parte de linhas pedagógicas desenvolvidas e em desenvolvimento; quais princípios constituem novidade; qual é a viabilidade e necessidade de uma pedagogia bachelardiana; quais princípios filosóficos embasariam tal pedagogia. Enfim, esse é tema para uma grande pesquisa, principalmente porque demanda profundo e amplo conhecimento da história da pedagogia – como Bachelard necessitou de profundo e amplo conhecimento da história da ciência a fim de produzir uma epistemologia inovadora. O que se tem ao certo é a amplidão de pensamentos lançados em suas obras acerca da ciência e da escola na formação do espírito científico e da sociedade.

Ao se discutir a pedagogia científica em Bachelard, deve-se sempre ter em vista a história das ciências físicas como ele descreve retratando o período do século XVIII ao XX. Sua exposição é uma clara demonstração da pedagogia da ciência, no percurso do conhecimento que vai do senso comum ao conhecimento objetivo. Criticando obras do século XVIII, ele escreve:

Encontram-se, no século XVIII, inúmeros exemplos de livros que prometem um sistema e só oferecem um *amontoado* de fatos mal relacionados; logo, mal observados. Tais obras são inúteis tanto sob o aspecto filosófico quanto sob o aspecto científico. [...] Enfim, elas atravancam a cultura científica. Já o século XIX viu desaparecerem quase de todo essas *cartas* informais e pretensiosas de mestres improvisados. O plano de cultura científica ficou muito mais nítido. Os livros elementares já não são falsos. [...] É ao tomar consciência dessa revolução da cidadela erudita que se poderá, de fato, compreender a força de *formação psicológica* do pensamento científico e que se avaliará a distância do empirismo passivo e registrado ao empirismo ativo e pensado. (FEC, 1996, p. 119)

Se a ciência possibilitou descreveu em sua história um plano de cultura científica, com mais razão a escola deve preparar seu plano de cultura científico-escolar, o que implica o fazer pedagógico do professor. Se ciência é formação, o ensino é igualmente formação. Se a ciência é pedagogia, com mais razão a pedagogia deve ser pedagógica, o que exige da escola o reconhecimento da sua responsabilidade e do seu papel, como espaço de formação intelecto-científica num permanente recomeço.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura científica apresenta níveis pedagógicos diferentes, e Bachelard, se autodenominando “o homem do verbo estudar”, mostra que há um espírito pedagógico tanto em ciência quanto em educação, e que essas duas realidades se correlacionam, mas, devido às suas peculiaridades, a racionalidade em cada uma apresenta experiências distintas.

Considerando-se que a formação do espírito científico ensina, Bachelard apresenta a educação científica para as ciências físicas. Ele, usando o termo “formação” em ciência e educação, como um processo em que o ato de conhecer induz ao ato de reformar-se, e declarando que a ciência é pedagógica em si, coloca o cientista como um eterno estudante e o aluno como um futuro cientista. Com a ideia de que o educador científico é aquele que cresce psiquicamente ao fazer crescer, o professor deve continuar sendo um estudante, o que de certa forma explica a correlação do racionalismo docente com o racionalismo ensinado.

Nesse sentido, o ato de estudar em ciência e educação ganha um *status* epistemológico de valor educativo que fundamenta a atitude racional e objetiva do sujeito cognoscente e, ao mesmo tempo, mantém a razão em estado de permanente inquietação, exigindo uma coerência na reorganização do saber, vindo ou antevendo a revolução das ideias científicas, isto é, espiritualmente, o crescimento do conhecimento impõe níveis pedagógicos cuja necessidade é a de admitir que “a cabeça bem feita precisa então ser refeita” (FEC, p. 20). O ato de estudar é assim a energia contra a inércia intelectual, revelando que o conhecimento deve ser constantemente questionado.

Professor e crítico da filosofia clássica especulativa, Bachelard escreveu sua obra epistemológica para os filósofos e os professores – e ainda em homenagem aos cientistas. Segundo ele, “a ciência cria, com efeito, filosofia” (NEC, p. 12). E o filósofo precisa compreender a flexibilidade e mobilidade do pensamento científico contemporâneo.

Por outro lado, a ciência, além do conhecimento, cria também aprendizagem, ensinando sempre, em contínuo ato pedagógico. E como os filósofos, os professores precisam também entender a flexibilidade e a mobilidade do ensino escolar em suas diversas nuances. Dessa forma, pode-se praticamente aplicar à escola, na área do ensino de ciências, os princípios que Bachelard erigiu para a filosofia da ciência, considerando-se nessas duas categorias (ciência e educação) as várias noções apresentadas por ele: conhecimento aproximado, obstáculos, rupturas, retificações, comunidade de sábios, vigilância, erro, dialética, psicanálise, construção, desconstrução, reconstrução, devir, consciência, formação, etc.

A mesma consciência racional objetiva, noção central da sua obra epistemológica, é fundamento ou valor pedagógico na formação do espírito científico e do espírito do professor. Portanto a racionalidade é a abertura para o conhecimento objetivo nas duas categorias: ciência e educação.

Assim como existem obstáculos epistemológicos no caminho da ciência, há obstáculos epistemológicos e pedagógicos no âmbito da escola, envolvendo toda a comunidade escolar, constituída de professores, alunos, outros atores do processo escolar e até os pais dos alunos. E os obstáculos precisam ser psicanalisados nos dois campos. Com a psicanálise, exercita-se a racionalidade no conhecimento objetivo e na prática educativa da escola.

No entanto, antes de aplicar à escola diversos princípios epistemológicos do seu trabalho, Bachelard os enxerga na própria ciência, que é um ato educativo. Assim, a educação científica que ele aborda é aquela que ocorre no processo do fazer científico, estando o cientista em constante estudo, aprendizagem e retificação do seu conhecimento de cada objeto, na sua formação intelecto-científica – o que implica dizer que em Bachelard a educação científica se faz com a formação do espírito científico.

Bachelard afirma que a noção de obstáculo pedagógico é desconhecida na educação. E admira-se de que os professores de ciências (mais do que os outros) não compreendam que o aluno não compreende. Muitas vezes o professor pode até se esforçar usando didáticas diferentes e atrativas, repetindo os conteúdos de suas aulas, na crença de que se fez compreender por todos os alunos. Porém, em grande parte, tal aprendizagem não aconteceu. Então Bachelard declara que são

poucos os que se detêm na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão, a fim de contornar o problema da não-aprendizagem.

O erro em ciência não é do mesmo teor que o erro na escola. Em ciência trata-se do que se poderia designar de erro-experiência ou erro de possibilidades experimentais. É sabido que Thomas Edison, por exemplo, fez dezenas de tentativas na invenção da lâmpada elétrica. Todos os cientistas e inventores passaram e passam por esse processo. Eles estão em busca de algo que ainda não existe, de algo desconhecido, estão tentando criar um conhecimento, um aparelho, baseados em teorias e hipóteses. Então é natural que não obtenham sucesso nas primeiras tentativas.

Já o erro do aluno tem outra característica. O aluno não está tentando criar nada novo. Foi-lhe passado um conteúdo em aulas teóricas e práticas, e ele precisa demonstrar ao professor que absorveu, assimilou e fixou esse conteúdo. O conhecimento que está sendo cobrado e que o aluno é obrigado a devolver no processo avaliativo já está pronto nos livros didáticos, nas aulas, no caderno de anotações do professor. Mas o aluno erra, porque não absorveu, não assimilou, não compreendeu o conteúdo ou não alcançou a racionalidade no ato de conhecer. A questão de como encarar o erro do aluno é polêmica entre os pedagogos, mas, de qualquer forma, deve ser preocupação do professor, que precisa psicanalisar seu método de ensino, seu tipo de avaliação, sua relação com o aluno, psicanalizando ainda a relação do próprio aluno com o conhecimento.

Na escola existe também um segundo tipo de erro, que afeta toda a instituição escolar. Trata-se de um erro estrutural, de métodos inadequados, de posturas arraigadas ao tradicionalismo, de deficiência na capacitação dos docentes, de falta de adequação a novas realidades, de falta de visão crítica, de falta de condições didático-pedagógicas. Na escola existe também a preguiça e a desatenção que Bachelard encontra na ciência. São erros que se tornam obstáculos epistemológicos e pedagógicos que precisam ser psicanalisados, como ocorre no âmbito científico. Na verdade, toda a esfera da educação tem que estar em constante vigilância e psicanálise, considerando-se o movimento do psicologismo ao não-psicologismo.

Depreende-se da sua obra que Bachelard reconhece um pendor intrínseco do homem à ciência, ao trabalho, à construção, à formação. Os conceitos de conhecimento aproximado e de cidadela dos sábios representam essa ideia, na

medida em que remetem a um trabalho ininterrupto, continuado e complementado por outros cientistas. Para ele os cientistas acumulam informações e ensinamentos (enquanto os filósofos acumulam argumentos). Ou seja, Bachelard endossa o trabalho e a ação. E é isso que o cientista faz: ele trabalha e cria, ele produz o conhecimento e a ciência. Sendo isso também que deve fazer a escola – os métodos e processos educativos têm que dar conta desse objetivo.

Os resultados do trabalho da ciência são evidentes nas fenomenotécnicas, nas tecnologias e no progresso científico. Em contato com a matéria (a natureza), o cientista levanta hipóteses, realiza experiências *a posteriori* (que se confirmam ou não – daí ser normal a presença do erro em ciência), repetidamente, até obter uma resposta condizente na linguagem científica abstrata das ciências físicas. Mas haverá superação, porque o conhecimento científico não pára, é um constante devir. Daí a possibilidade de se romper com o passado a fim de se construir algo novo, a novidade propugnada por Bachelard. A tecnologia contemporânea prova esse princípio a todo instante. Todos os dias surgem aparelhos novos ou modelos novos, mais avançados e aprimorados; assim como surgem medicamentos que superam tratamentos anteriores; e técnicas que avançam em relação a técnicas passadas. Dessa forma, acreditar em ciência pronta é um obstáculo epistemológico, pois a inquietação faz parte da mente cientista, no sentido de que sempre avançará, por aproximações e em retificações sucessivas, em um processo sem fim – é da inquietude do ser humano a mudança.

Essa mesma convicção deve ter a escola. Saber e aprendizagem não são processos uniformes, padronizados e prontos. Bachelard diz que é preciso compreender. Se o aluno não compreende do jeito que o professor espera, ele compreende do seu próprio jeito, com suas razões pessoais, com imagens primeiras e toda uma variedade de psicologismos subjetivos, cheios (ou vazios) de imaginação. O professor vai pelo caminho mais fácil, quase sempre amparado pelo livro didático, que também facilita o trabalho do aluno. Ou seja, a escola no seu todo usa métodos fáceis, sem problematização para o nível da abstração – sendo que deveria levar o aluno a raciocínios questões polêmicas, propondo soluções possíveis. Bachelard previa uma escola que trabalhasse o aluno como um observador do objeto científico, pois ele defendia a tese de que quem melhor conhece tem mais condições de questionar, e o professor precisa exercer uma pedagogia com atitude objetiva.

Para ele, a relação entre aluno e professor é patogênica, por isso precisa de uma psicanálise especial. A pedagogia escolar é intersubjetiva e deveria caminhar nos trilhos de um irracionismo, a exemplo dos passos alcançados para o surracionismo. Não se trata do mesmo tipo de relação que há entre o cientista e seu objeto. O aluno não é um objeto no processo de ensino e aprendizagem. Está-se diante de uma relação interpsicológica de expectativas diferentes: o professor precisa ensinar e quer que o aluno aprenda; o aluno precisa aprender mas o seu querer (ou poder) é, muitas vezes, uma incógnita.

Portanto não há facilidade, ao contrário, há dificuldade nos dois campos: ciência e educação. Fazer ciência é difícil, estudar é difícil. Apesar da comunidade dos sábios, o trabalho do cientista é solitário, no ascetismo do pensamento abstrato. É dessa forma que o cientista se forma como sujeito do conhecimento. Processo semelhante deveria ocorrer no ensino escolar, pelo menos nas áreas das ciências físicas. Então a escola tem o papel de retificar os hábitos, de incutir o hábito do pensamento discursivo em ciências, promovendo a psicanálise da razão, que acarreta a pedagogia da razão. A meta é o conhecimento objetivo, que se torna um valor, como se dá na ciência.

Na dialética do ensino, o racionalismo docente ou ensinado está em constante interação com o racionalismo discente ou aprendido. Em uma pedagogia científica que visa à formação da consciência e da mente aberta, o aluno deve ser levado a pensar, a ter uma atitude crítica de tal forma que pode chegar a contradizer ou superar o seu mestre, pois o objetivo do ensino é levar a pensar. O professor cientista entende isso, tornando-se uma superpessoa perante a comunidade escolar, enfrentando o desafio da ambivalência da relação educativa, que ele precisa controlar, respeitando ao mesmo tempo a liberdade do aluno no ato de conhecer, evitando assim exercer autoritarismo e ainda psicanalisando o autoritarismo dos pais.

Nas sociedades científicas complexas a ciência gera valores. Assim como há um plano de cultura em ciência, há um plano de cultura em educação, e os dois devem estar em interação, na medida em que a comunidade científica se torna modelo para a comunidade escolar. Em uma sociedade voltada para a educação, a escola epistemologicamente reformada, imbuída de um novo espírito pedagógico, que visa à aprendizagem efetiva do conhecimento objetivo e que conta com um professor educador científico, os obstáculos epistemológicos e pedagógicos podem

ser removidos – evidentemente em um processo contínuo, porque novos obstáculos aparecem, como antigos ressurgem, em razão do intersubjetivismo e outras interferências antipedagógicas, exigindo que se faça psicanálise.

Dentro da ideia geral do que seja trabalho científico e trabalho escolar, pode-se aplicar à educação as leis dos três estados do espírito científico proposta por Bachelard na formação do espírito científico em ciências físicas, considerando-se, porém, as necessárias adequações quanto ao objeto, aos sujeitos e ao âmbito dessas duas realidades, que ora se interligam em razão do cunho pedagógico do espírito científico, ora se distanciam em diversos aspectos típicos da escola.

Como ele expõe, os três estados estão presentes na formação histórica da ciência e também na formação individual do cientista. Cada espírito possui um tipo de alma e de interesse. Segundo Bachelard, a ciência passou e o espírito científico passa necessariamente por esses três estados: a) estado concreto, com predomínio do conhecimento comum e ingênuo, da alma pueril e mundana; b) estado concreto-abstrato, com predomínio da imagem e da experiência, da alma professoral e dogmática; c) estado abstrato, com predomínio da razão abstrata, da alma inquieta, aberta e autovigilante.

Pode-se supor também que esses três estados apareçam na prática da educação, envolvendo a instituição, professores, alunos e pais. No entanto, a ruptura quanto ao primeiro estado (estado pré-científico), contundente no progresso do pensamento científico, não é tão forte na educação, que ainda sofre a ameaça do senso comum e das imagens primeiras, impondo-se constantemente uma psicanálise especial dos envolvidos nos processos educativos. Bachelard se preocupava em ir depressa para a lousa a fim de explicar, em nível abstrato, a teoria dos experimentos de laboratórios, libertando os alunos das imagens sensíveis dos fenômenos.

Como se trata de uma comunidade ampla, complexa e heterogênea, podem-se encontrar na escola pessoas dos três estados convivendo em um mesmo espaço ao mesmo tempo, situação que não existe na cidadela dos sábios, formada só por cientistas numa exigência de vigilância e autovigilância, tendo em vista o nível axiomático e apodítico alcançado pelos esforços empreendidos no segundo e no terceiro estados. Enquanto que, na escola criticada por Bachelard, a formação do espírito científico, à luz dos dois últimos estados (concreto-abstrato e abstrato), não é trabalhada considerando o raciocínio da linha de produção das noções científicas;

os conteúdos da ciência são ministrados pelos professores por meio de resultados, e o aluno não trabalha por níveis e graus de abstração, contrariamente ao que ocorre na história da revolução e do progresso da ciência.

Portanto, a escola ideal de Bachelard, semelhante ao fazer científico, é uma utopia, a sua pedagogia está no plano das ideias, do pensamento que precisa pensar contra o pensamento. O percurso científico é uma pedagogia do conhecimento. Em razão disso, pelo percurso epistemológico de Bachelard pode-se pensar que esse percurso seja uma proposta pedagógica do ato de conhecer, do ato de ensinar e do aprender, especialmente se se considerar que a base fundamental da escola seja o conhecimento e a formação do espírito científico (formação dessa racionalidade). Apesar das exigências de que ciência e educação tenham um caráter educativo, é importante considerar que a pedagogia delas se adequa em seus próprios processos no ato de conhecer. Em ciência, a pedagogia define-se como exercício do pensamento racional, ao passo que a pedagogia escolar, embora trabalhe com a formação, pouco pratica o espírito investigativo da descoberta em ciência. Mas a educação científica pensada por Bachelard pressupõe um espírito que se forma reformando-se. Por essa concepção, visando-se a uma nova ordem de cultura intelecto-científica, a sociedade deve ser voltada para a escola e não a escola voltada para a sociedade. A cultura científica faria então parte da sociedade geral.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Fábio Ferreira de. *A poética como ontologia da diferença: ensaio sobre a filosofia de Gaston Bachelard*. Tese de doutorado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2007.
- BACHELARD, Gaston. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.
- _____. *O novo espírito científico*. Tradução de Juvenal Hahne Júnior. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1968.
- _____. *Filosofia do novo espírito científico: a filosofia do não*. Tradução de Joaquim José Moura Ramos. 2. ed. Portugal: Editorial Presença / Brasil: Livraria Martins Fontes, s/d.
- _____. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- _____. *O racionalismo aplicado*. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.
- _____. *O materialismo racional*. Tradução de João Gama. Lisboa: Edições 70, Rio de Janeiro, 1953.
- _____. *A epistemologia*. Tradução Fátima Lourenço Godinho e Mário Carmino Oliveira. Rio de Janeiro: Edições 90, 1971. Coleção O saber da filosofia.
- _____. *Estudos*. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.
- _____. *Conhecimento comum e conhecimento científico*. Tempo Brasileiro. São Paulo, n.28, jan./mar. 1972.
- _____. *El compromiso racionalista*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores SA, 1973.
- BARBOSA, Elyana. *Gaston Bachelard: o arauto da pós-modernidade*. Salvador: Editora da UFB, 1996.
- BRUBACHER, J. S. *Importância da teoria em educação*. Rio de Janeiro: INEP/CBPE/MEC, 1961.
- BULCÃO, Marly. *O racionalismo da ciência contemporânea: introdução ao pensamento de Gaston Bachelard*. Aparecida, São Paulo: Ideias & Letras, 2009.
- _____. Bachelard: contribuições para uma pedagogia da razão e da imaginação. In: *Educativa*, v. 1, n. 1 (1997). Goiânia: Dep. Educação da UCG, 1997.

BULCÃO, Marly; BARBOSA, Elyana. *Bachelard, pedagogia da razão, pedagogia da imaginação*. Petrópolis: Vozes, 2004.

BULCÃO, Marly (org.). *Bachelard: razão e imaginação*. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2005.

CASTELÃO-LAWLESS, Teresa. Os problemas filosóficos da ciência moderna e a nova educação científica: percursos pela epistemologia bachelardiana. *Ideação*, Feira de Santana, n. 25 (2). p. 19-36, jan./jun. 2012.

_____. Kuhn's missed opportunity and the multifaceted lives of Bachelard: mythical, institutional, historical, philosophical, literary, scientific. *In: Studies in History and Philosophy of Science*. Elsevier. 35 (2004) 873-881.

CHARLOT, Bernard. *Relação com o saber, formação dos professores e globalização: questões para a educação hoje*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

_____. *Da relação com o saber: elementos para uma teoria*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

DELACROIX, Jean; CANGUILHEM, Georges *et alii*. *Introducción a Bachelard*. Buenos Aires: Ediciones Caldeón, 1973.

DESCATES, René. *Discurso do método*. Tradução de Paulo Neves. Porto Alegre: L&PM, 2006.

FABRE, Michel. *Bachelard éducateur*. Paris: Presses Universitaires de France, 1995.

GAMBARDELLA, Agata Piromallo. *Pedagogia tra ragione e immaginazione: riflessioni sul pensiero di Gaston Bachelard*. Liguori Napóli, Itália: Editore, 1983.

HESSEN, Johannes. *Teoria do conhecimento*. Tradução de António Correia. Coimbra: Armênio Amado, editor, 1973. Coleção Studim.

JAPIASSU, Hilton. *Para ler Bachelard*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1976. (Série Para Ler).

IMBERNÓN, F (org.). *A educação no século XXI: os desafios do futuro imediato*. Tradução de Ernani Rosa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

LAVAL, Christian. *A Escola não é uma empresa: o neo-liberalismo em ataque ao ensino público*. Tradução de Maria Luiza M. de Carvalho e Silva. Londrina: Planta, 2004.

LÔBO, Soraia Freaza. *Ensio de química, epistemologia, ensino médio de química, currículo e ensino de ciências*. Disponível em:
<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?metodo=apresentar&id=K4700977U7>. Acesso 18/8/13, às 20h41min.

RAVITCH, Diane. *Vida e morte no grande sistema escolar americano*. Porto Alegre: Sulina, 2011.

SOARES, Maria Clara Couto. Banco Mundial: políticas e reformas. In: TOMASI, Livia de (org.). *O Banco Mundial e as políticas educacionais*. São Paulo: Cortez, 1996, p. 15-40.

TERNES, José. Acerca da noção de modernidade. Textos para as aulas da disciplina "Epistemologia e Pesquisa Educacional", programas de pós-graduação. Universidade Católica de Goiás, 2007.

_____. Bachelard, um racionalismo não-escolar. In: *Revista Reflexão 62: "Colóquio Bachelard"*. Campinas São Paulo: Instituto de Filosofia PUCCamp, 1995.

_____. Alargar o espírito, tonificar a alma. In: *Perspectivas filosóficas de expressão francesa*. Marly Bulcão e Constança Marcondes Cesar (org.). Rio de Janeiro: Booklink, 2007.

_____. Bachelard e Freud: alargar o espírito, tonificar a alma. In: *Reflexão*, Campinas, 31(89), jan./jun, 2006.

_____. Bachelard: verdade e tempo. In SALOMON, Marlon (org.). In: *História, verdade e tempo*. Chapecó, SC: Argos, 2011.

_____. A noção de autoria na modernidade. In: GONÇALVES, Anderson *et alii* (org.). *Questões de filosofia contemporânea*. São Paulo: Discurso Editorial; Curitiba, PR: UFPR, 2006.

TIBALLI, Elianda Figueiredo Arantes; NEPOMUCENO, Maria de Araújo (coord.). *Pensamento educacional brasileiro*. Goiânia: Ed. PUC de Goiás, 2006.

VINTI, Carlo. Bachelard l'utopia scolastica (2). *I diritti della scuola*. Anno LXXX, V-15-11-84, sped. in. abb. post.gr.II 70% - quindicinale.

_____. Carlo. Recepção de Bachelard na Itália. *Cronos*, Natal-RN, v. 4, n 1/2, p. 101-106, jan./dez. 2003.