

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NAS CIÊNCIAS  
GEOLÓGICAS**

**Contribuições do pensamento de Gaston Bachelard**

**PAULO LOPES BRANDÃO PARAIZO**

**Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Filosofia da  
Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, para obtenção do título de  
Mestre em Filosofia.**

**Orientadora:  
Prof. Dra. Marly Bulcão Lassance Brito**

**RIO DE JANEIRO**

**JULHO DE 2004**

Paraizo, Paulo Lopes Brandão

A construção do conhecimento nas ciências  
geológicas – Contribuições do pensamento de Gaston  
Bachelard

Rio de Janeiro – UERJ, 2004, 120p

Dissertação: Mestrado em Filosofia. UERJ.

I. Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
– UERJ

II. Filosofia / Bachelard / Epistemologia/

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA**

**A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NAS CIÊNCIAS  
GEOLÓGICAS**

**Contribuições do pensamento de Gaston Bachelard**

**PAULO LOPES BRANDÃO PARAIZO**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Marly Bulcão Lassance Brito  
(UERJ – Orientadora)

---

Prof. Vera Portocarrero  
(UERJ)

---

Prof. Júlio César Esteves  
(UENF)

**RIO DE JANEIRO**

**JULHO DE 2004**

## **Agradecimentos**

Meu primeiro agradecimento é para a professora Marly Bulcão. Agradeço a ela o estímulo, a confiança, exagerada, e por fim, a paciência. Os erros aqui cometidos são todos meus. Os que não estão mais aqui, foi por sua paciência, tenacidade e profissionalismo na correção destas páginas. As idéias, várias vezes discutidas e reformadas, ao estilo bachelardiano, são nossas. Jamais lhe serei suficientemente grato.

Meu segundo agradecimento é para minha esposa e, mais uma vez, companheira, Wânia, que, além de outros sacrifícios, foi obrigada a dividir com os livros, aulas e computadores, o meu já escasso tempo.

Um agradecimento especial aos colegas de trabalho Anelise Quintão Lara e Antônio Carlos Capeleiro Pinto, que souberam perceber a importância pessoal desta empreitada. Jamais esquecerei a confiança.

Agradeço também a meu grande amigo e colega de profissão, Paulo de Tarso Fortes, pelo estímulo à realização e o apoio material.

Por fim, agradeço aos verdadeiros amigos que fiz aqui, que tornaram essa trajetória ainda mais enriquecedora.

Dedico este trabalho a meus pais e familiares, com quem tenho a honra de partilhar a vida e, de forma especial, à Júlia, que me ensinou o sentido de infinito.

*Devemos compreender que a aquisição de uma forma de conhecimento se traduz automaticamente numa reforma do espírito. É, pois, necessário dirigir as nossas investigações no sentido de uma nova pedagogia.*

BACHELARD, Gaston. *A filosofia do não.*

## RESUMO

Esta dissertação insere-se na ampla temática da relação entre ciência e filosofia, mais precisamente entre uma ciência, a Geologia, e uma epistemologia, a de Gaston Bachelard. Nosso primeiro objetivo é fundamentar a construção do conhecimento em Geologia a partir das categorias do pensamento epistemológico de Bachelard; o segundo objetivo é demonstrar que o pensamento epistemológico, ao incidir sobre a ciência, pode fornecer ao cientista uma perspectiva nova sobre o seu objeto e sua forma de trabalho. Abordaremos nosso segundo objetivo também no contexto da Geologia e da epistemologia de Bachelard. Pensamos numa colaboração entre ciência e filosofia na medida em que consideramos que suas abordagens são distintas e, portanto, complementares.

Inicialmente estudaremos a especificidade do objeto da Geologia, que se caracteriza por conter em si elementos de ciências da natureza e elementos de ciência histórica. Os desdobramentos dessa especificidade são discutidos no contexto da construção, na prática, desse conhecimento. Em seguida abordamos os elementos fundamentais da epistemologia de Bachelard, procurando ressaltar os elementos que permitem compreender de que forma essa epistemologia pode fundamentar a construção do conhecimento em Geologia.

A última parte discute como podemos compreender essa fundamentação, tanto no campo teórico quanto no prático, e concluímos apresentando argumentos que reforçam a idéia de que o pensamento filosófico pode contribuir com o cientista, na medida em que se dedica a analisar a sua prática. Essa análise amplia a perspectiva científica, permitindo uma crítica fundamentada de sua prática.

## RÉSUMÉ

Cette dissertation s'insère dans la thématique de la relation entre science et philosophie, plus précisément entre une science, la Géologie, et l'épistémologie de Gaston Bachelard. Notre premier objectif est fonder la construction de la connaissance en Géologie à partir des catégories de la pensée épistémologique de Bachelard; le deuxième objectif est démontrer que la pensée épistémologique, quand s'attire sur la science, peut fournir au scientifique une perspective nouvelle sur son objet, et aussi sur son travail. On va aborder également cette question dans le contexte de la Géologie et de l'épistémologie de Bachelard. On pense à une collaboration entre science et philosophie, dans la mesure où on considère que ses approches sont distinctes et, par conséquent, complémentaires.

D'abord on étudie la spécificité de l'objet de la Géologie, qui se caractérise pour contenir des éléments des sciences de la nature et des éléments de science historique. Les dédoublements de cette spécificité sont discutés dans le contexte de la construction, dans la pratique, de cette connaissance. Ensuite, on aborde les éléments fondamentaux de l'épistémologie de Bachelard, en cherchant relever les éléments qui permettent de comprendre comment cette épistémologie peut fonder la construction de la connaissance en Géologie.

La dernière partie discute comment on peut comprendre cet embasement, soit dans la théorie, soit dans la pratique, et finit en présentant des arguments qui renforcent l'idée de que la pensée philosophique peut contribuer au scientifiques, dans la mesure où elle se dédie à analyser sa pratique. Cette analyse amplifie la perspective scientifique, en permettant une critique fondée sur sa pratique.

## ROTEIRO

Introdução .....	2
1 - O objeto da Geologia: sua especificidade e sua construção .....	11
1.1 – A especificidade do objeto da Geologia .....	12
1.2 – A construção do objeto em Geologia .....	23
2 – Aspectos da filosofia de Bachelard .....	32
2.1 – Ontologia dispersa .....	35
2.2 – A construção do objeto científico em Bachelard .....	47
3 – A epistemologia de Bachelard e a Geologia .....	71
Conclusão .....	100
Bibliografia .....	107

## INTRODUÇÃO

Ao iniciarmos este trabalho, devemos antes de mais nada, situar sua origem e seus objetivos primordiais. Para tanto, podemos começar dizendo que sua meta é fazer uma aproximação entre uma ciência – a Geologia - e a Filosofia através do pensamento epistemológico de Gaston Bachelard. Essa aproximação impõe-se como uma necessidade nossa, como cientistas, em nosso desempenho profissional, e pretende fazer uma reflexão sobre a construção do conhecimento de um objeto que, como veremos, tem características peculiares. A elaboração desta reflexão tem, como suporte, a formação acadêmica em Geologia, em nível de graduação e pós-graduação, bem como um conjunto de atividades profissionais em geologia de exploração e produção de petróleo em níveis de pesquisa e operacional.

O estabelecimento de uma reflexão epistemológica sobre uma área do saber deve partir, a nosso ver, de uma análise crítica sobre o seu objeto. A metodologia a ser adotada, o papel das teorias, dos modelos, sua extensão, domínio de validade, ou seja, todos os elementos do fazer dessa ciência estão intimamente relacionados à forma como compreendemos o seu objeto.

A prática da atividade científica se, por um lado, nos traz familiaridade com a evolução cada vez mais rápida de conceitos, técnicas e recursos usados por uma ciência, por outro nos impede de ter, de fato, uma postura crítica acerca das questões epistemológicas que envolvem esse processo de conhecimento. Parece-nos, cada vez mais, que a reflexão epistemológica vem sempre defasada do processo científico em si mesmo. Nossa perspectiva e demanda é, em virtude disso, tentar estabelecer um diálogo mais estreito entre o fazer científico diário, e uma corrente do pensamento epistemológico contemporâneo, no que ele se refere a elementos específicos da ciência em questão.

Essa demanda passa por uma questão importante, que se deve colocar tanto ao filósofo quanto ao cientista. Qual o papel que pode exercer uma filosofia para a elaboração de uma ciência? Ela tem papel normativo ou existe de fato uma instância mais próxima na qual a reflexão crítica sobre o fazer científico pode ter elementos a agregar? É por acreditar que uma filosofia pode ter de fato o papel de influir na ciência, que nos dispusemos a elaborar esta dissertação. Acreditamos que o pensamento pode gerar como consequências não só uma análise crítica metodológica, mas uma análise que tem por sua vez possibilidade de retornar para a própria ciência, abrindo-lhe a possibilidade de uma reflexão sobre sua visão do objeto.

Com base no exposto acima, nosso primeiro objetivo é demonstrar que o pensamento epistemológico de Bachelard pode fundamentar a construção do conhecimento em Geologia. Para isso, nos apoiaremos nas reflexões bachelardianas sobre a relação sujeito x objeto, nas quais está sempre presente a necessidade de uma mobilidade do sujeito na tentativa de compreender a multiplicidade do objeto. Demonstraremos que o papel da experiência no pensamento epistemológico de Bachelard surge em função dessa forma de enxergar a relação sujeito x objeto, exigindo do sujeito o acesso à diferentes formas de manifestação do objeto.

Nosso segundo objetivo é demonstrar que a reflexão epistemológica pode ampliar a perspectiva que o cientista tem de seu objeto e de sua prática, pois acreditamos que as abordagens científicas e filosóficas são complementares. Nossa argumentação se baseará nas consequências das reflexões bachelardianas sobre a relação sujeito x objeto como por exemplo a mobilidade e complexidade do objeto, e a necessidade da contínua reforma do conhecimento por parte do sujeito.

A justificativa deste trabalho se dá justamente como uma necessidade do questionamento das práticas científicas, ou seja, pela demanda de uma reflexão epistemológica, cujo ponto de partida é uma compreensão, tão aprofundada quanto possível, desse objeto. Trata-se, então, de uma tentativa de aproximação entre ciência e filosofia. Julgamos válida tal tentativa, na medida em que, conforme já dissemos,

compreendemos que as abordagens científica e filosófica são complementares, e portanto, ambas podem se beneficiar das contribuições particulares.

Se olharmos essa aproximação pelo lado dessa ciência, veremos que a Geologia lida com temas que se encontram amplamente na reflexão dos filósofos, dos antigos aos contemporâneos, como o problema do tempo, da evolução da vida pretérita, dos fenômenos cíclicos ou catastróficos, da causalidade complexa, da historicidade, e da unicidade dos fenômenos particulares, temas esses muitas vezes tratados por sistemas mitológicos e metafísicos.

Se, em contrapartida, a olharmos sob o prisma da Filosofia, mais propriamente a Filosofia das Ciências, encontraremos uma lacuna, pois as principais correntes se formaram analisando o desenvolvimento científico dos séculos XVI ao XX, calcados, por um lado, na Física, na Química e na Matemática, e, por outro, nas ciências da vida e ciências humanas.

A existência dessa lacuna, entretanto, não significa dizer que não há um pensamento epistemológico ou filosófico sobre a Geologia, mas apenas que esse se construiu usando como referência outras ciências. Numa pesquisa bibliográfica sobre o tema, podemos vislumbrar, sem a pretensão de esgotar o assunto, quatro grandes preocupações filosóficas. A primeira delas se refere à discussão do caráter histórico do objeto da Geologia, procurando analisar se o objeto dessa ciência é ou não histórico, e quais as implicações disso para a construção de seu conhecimento, do ponto de vista do próprio objeto, dos métodos, e do papel da teoria e da experiência. A segunda preocupação é a relação entre a Geologia, a Física e a Química, onde se procura discutir se a primeira já alcançou o estatuto de ciência das últimas, ou seja, se sua tarefa é também a de gerar leis universais que são a imagem da ciência, e se a abordagem quantitativa deve também ser, por excelência, a linguagem científica em Geologia.

A influência da historicidade na Geologia está nítida nas contribuições de Kitts (1963,1970), Simpson (1970) e Bradley (1963), que argumentam, ainda que com matizes distintos, a favor da quase ausência de leis nessa ciência, em parte como consequência de

seu caráter histórico. Esse ponto de vista não é aceito por outros autores como Watson (1974) e Riccardi (1977), que advogam que a Geologia difere das demais ciências não de forma absoluta, mas como uma questão de grau de complexidade do objeto, e que seu intento é sim o de gerar leis.

Em relação a questões metodológicas, Chamberlain (1897) já destacava, em seu clássico artigo *'The method of multiple working hypothesis'*, que o método das ciências geológicas deveria ser não imitativo, mas criativo, e que o papel da criatividade era importante na geração de múltiplas hipóteses de trabalho, em contraposição ao método de trabalho envolvendo uma hipótese única. Nessa mesma linha, Johnson (1933) aponta para os limites do método analítico em Geologia, enquanto Compiani (1988) apresenta uma interessante discussão acerca das concepções analíticas e dialéticas em Geologia. Por sua vez Mackin (1963) apresenta uma importante discussão acerca da tendência quantitativa nos métodos da Geologia, em contraposição aos trabalhos de campo tradicionais, e sustenta a necessidade do intercâmbio entre métodos racionais e empíricos para a construção do conhecimento em Geologia, enriquecendo sua argumentação com exemplos concretos.

A terceira grande preocupação diz respeito à evolução da Geologia a partir da confrontação de teorias antagônicas como, por exemplo o Plutonismo *versus* Netunismo<sup>1</sup>, o Gradualismo *versus* o Catastrofismo<sup>2</sup>, e o Creacionismo *versus* o Evolucionismo<sup>3</sup>. Nesse campo há também uma grande preocupação com o denominado princípio do Atualismo, que advoga que os processos se deram no passado obedecendo às mesmas leis que os regulam hoje. Esse princípio representa uma ferramenta fundamental do geólogo, uma vez que ele se dedica a estudar fenômenos que ocorreram há até bilhões de anos atrás.

Em Tikhomirov (1971), temos uma interessante exposição desta temática, onde são discutidos os aspectos antagônicos dessas teorias, seus períodos de prevalência, seu caráter

---

<sup>1</sup> O Plutonismo advoga a influência do fogo, enquanto o Netunismo advoga a influência da água para a formação das rochas

<sup>2</sup> O Gradualismo advoga que os processos geológicos ocorrem gradual e continuamente ao longo do tempo enquanto o Catastrofismo defende que os processos geológicos se dão em eventos catastróficos, descontínuos no tempo

de complementaridade e suas recorrências ao longo do tempo, mostrando a forma dinâmica da mobilização da razão em vias de dar sentido ao caráter complexo da natureza.

O quarto tema que se pode encontrar numa análise bibliográfica diz respeito à discussão de pensamentos epistemológicos em alguma área ou teoria específica da Geologia, o que quase invariavelmente recai no segundo tema, ou seja, na discussão sobre a relação entre a Geologia, a Física e a Química e seu estatuto como ciência. Como exemplo, em Menegat e Fernandes (1994), é apresentada a argumentação do status da Geologia como ciência a partir da instauração de um programa de pesquisa, no sentido dado por Imre Lákatos<sup>4</sup>, com base na Teoria da Tectônica de Placas<sup>5</sup>.

Esses exemplos, longe de pretenderem esgotar o pensamento epistemológico sobre a Geologia, estão aqui apenas com o intuito de ilustrar a diversidade da problemática filosófica engendrada por essa ciência. Diversas outras abordagens filosóficas mereceriam destaque numa revisão bibliográfica sobre o tema, mas queremos aqui apenas situar o nosso projeto dentro do contexto dos temas mais gerais.

Este trabalho, conforme já mencionado, surge da necessidade de uma análise crítica do procedimento científico usado na prática, e o que pretendemos é apresentar uma especificidade desse objeto da ciência para poder discutir a construção do seu conhecimento a partir do contato com o pensamento epistemológico. A visão a ser apresentada acerca das características que definem a especificidade do objeto da Geologia não é nova, pois podemos encontrar seus elementos em alguns dos autores mencionados. Nela estão presentes os problemas aqui apresentados, como o papel da historicidade e da sua diferenciação com as ciências físicas. Na discussão acerca da construção do conhecimento, abordaremos os problemas metodológicos que surgem em função dessa

---

<sup>3</sup> O Creacionismo advoga que as grandes extinções observadas nos registros fósseis eram seguidas de períodos de criação de novas formas de vida, negando o Evolucionismo proposto pela teoria Darwiniana.

<sup>4</sup> “Imre Lákatos é um filósofo da ciência, marcadamente influenciado pelo racionalismo crítico de Karl Popper, e para quem a ciência é caracterizada pela competição entre programas de pesquisas rivais, competição essa que será mediada pelo falseacionismo metodológico sofisticado.” (REALE, G. & ANTISERI, D. *História da Filosofia*. Vol 3. São Paulo, Ed. Paulus: 1991. p 1046/1047)

especificidade. Nosso intento é o de verificar de que modo o contato com um pensamento epistemológico pode enriquecer a visão científica sobre o objeto, e também de que forma esse encontro pode fundamentar e mesmo melhorar o procedimento científico. Acreditamos que a abordagem de nosso trabalho difere das aqui apresentadas, na medida em que procura fundamentar a construção do conhecimento em Geologia a partir da posição filosófica de Bachelard sobre a relação sujeito x objeto. Essa relação implica numa perspectiva sobre o real, sobre o objeto, e sobre a forma do sujeito interagir com esse objeto.

Resta então argumentar o porquê da escolha de Bachelard, justamente um filósofo da Física e da Química, para essa tentativa de aproximação. Bachelard foi um filósofo que se notabilizou por suas contribuições no campo da epistemologia e da poética. O que, a nosso ver, une essas duas vertentes é a presença constante, no pensamento bachelardiano, do papel da novidade, do espaço para o surgimento do novo. No campo epistemológico, o novo está na manifestação do real, nunca completamente previsível, e na necessidade de desdobramento do sujeito para encontrar esse objeto. Na poética, a novidade está no surgimento da imagem, momento de irrupção não racional da criação humana.

Podemos melhor compreender a importância do pensamento de Bachelard ao situarmos historicamente seu surgimento. Bachelard aparece no cenário do pensamento sobre a ciência colocando-se em oposição à três vertentes vigentes na França no fim do século XIX. Em relação à perspectiva positivista, que afirmava uma idéia única de ciência e atribuía um papel central à experiência como valor de verdade, Bachelard vai afirmar o valor da razão na constituição da experiência, e a importância das especificidades dos campos da ciência, apontando para os racionalismos setoriais ou regionais. Contra o espiritualismo, que acreditava que *'se podia chegar a um conhecimento do universo a partir da intuição e da experiência cotidiana'*<sup>6</sup>, Bachelard afirma que o conhecimento se constrói por um rompimento com o conhecimento comum e com a intuição imediata, reforçando a importância do trabalho metódico do cientista. Contra a visão de Meyerson,

---

<sup>5</sup> A Teoria da Tectônica de Placas, que revolucionou a Geologia, advoga que a crosta terrestre é dividida em grandes placas, que se movimentam continuamente obedecendo a processos físicos internos ao Planeta, e que explicam, entre outras coisas, a variada configuração dos continentes ao longo do tempo geológico.

<sup>6</sup> Bulcão, M. *O Racionalismo da Ciência Contemporânea*. Ed. UEL, 1999. p 3.

para quem a ciência progride por acúmulo contínuo de conhecimentos, Bachelard aponta para a ruptura como forma de avanço da ciência. Conforme nos diz Bulcão:

*Refletindo sobre as revoluções vividas pela ciência contemporânea com o surgimento das novas geometrias, da teoria da relatividade e da mecânica quântica e ondulatória, Bachelard demonstra que a razão, não só progride descontinuamente, como também, vai constituindo, ao longo de sua trajetória, suas próprias normas de funcionamento.*<sup>7</sup>

A importância do pensamento de Bachelard está, como dissemos, na característica da abertura da razão para a novidade, como mostra sua oposição às reflexões da ciência em sua época. A ciência é, para Bachelard, um trabalho contra a intuição primeira do espiritualismo, contra a experiência como valor de verdade imutável do positivismo, e contra o conhecimento cumulativo de Meyerson. O trabalho da ciência é, para Bachelard, instruído pela razão, confrontado pela experiência, mas é, acima de tudo, um projeto racional em contínua reforma. A importância de Bachelard fica bem caracterizada na citação de Capalbo, quando ela nos diz que ‘*Certamente é com Gaston Bachelard que o nome de epistemologia das ciências ganhou o conteúdo próprio e original com que hoje é conhecido*’<sup>8</sup>.

A prova da riqueza de seu pensamento se dá a partir da quantidade e complexidade das categorias por ele criadas, visando dar conta da novidade da ciência contemporânea. Noções como conhecimento aproximado, o papel do inexato, o obstáculo epistemológico, a ruptura no progresso da ciência, a construção do objeto científico, o racionalismo aplicado e a fenomenotécnica são algumas dessas categorias, algumas das quais procuraremos valorizar para demonstrar que são atuantes na forma de elaboração da ciência na atualidade.

De forma especial em relação ao nosso tema, a importância de Bachelard se explica pois, se seu pensamento partiu da Física e da Química, ele foi capaz de construir uma

---

<sup>7</sup> Bulcão, M. *O Racionalismo da Ciência Contemporânea*. Ed. UEL, 1999. p 4.

<sup>8</sup> Capalbo, C. Prefácio à 1ª edição de *O Racionalismo da Ciência Contemporânea*

epistemologia que pode servir de base para o entendimento e a construção do conhecimento dos fenômenos da natureza. Procuraremos argumentar que seu pensamento, se incide sobre os fenômenos da natureza numa tentativa de racionalizá-los, por outro lado fornece um papel significativo ao detalhe, responsável pela novidade dessa mesma natureza. Esse papel é importante, pois permite que se abra a possibilidade da inserção da historicidade no fenômeno, como pretendemos argumentar. Acreditamos por fim, que as reflexões de Bachelard podem lançar luzes sobre os processos de construção do conhecimento em Geologia, justificando a necessidade do cientista na sua aproximação com a Filosofia.

Começaremos, no primeiro capítulo desta dissertação, a destacar as características essenciais da Geologia, procurando situá-la naquilo em que ela se aproxima das demais ciências naturais, bem como no em que se individualiza. Essa caracterização será genérica, sem estar presa a especialidades, e pretende realçar essencialmente dois aspectos: a complexidade e a historicidade dos fenômenos que estuda, explorando as consequências epistemológicas desses elementos. Além dessa caracterização, apresentaremos também alguns elementos da prática da construção do conhecimento, fruto da experiência profissional, de forma a permitir que o contato com o pensamento de Bachelard possa lhe servir como elemento de crítica.

No segundo capítulo abordaremos o pensamento de Bachelard, dividido em duas etapas. Na primeira será analisado o pensamento do autor no que se refere à sua visão da relação sujeito x objeto, que julgamos de fundamental importância para a compreensão de seu pensamento epistemológico. Em seguida exploraremos os elementos da epistemologia de Bachelard que mais se aproximam das necessidades da construção do conhecimento em Geologia, como, por exemplo, o método do conhecimento por aproximações, a pluralidade epistemológica e o racionalismo aplicado.

No terceiro capítulo procuraremos, então, usando os elementos apresentados nos capítulos anteriores, discutir de que forma o encontro da ciência com o pensamento filosófico pode ser frutífero. Procuraremos demonstrar que a epistemologia de Bachelard, nos elementos em que nos ativemos, não só se adequa para explicar a forma do

procedimento científico atual, como também pode contribuir com o cientista na medida em que lhe amplia as possibilidades de análise de seu próprio objeto. Para finalizar, concluiremos reforçando a argumentação sobre a importância do pensamento aberto de Bachelard para a abordagem científica em Geologia, bem como apresentaremos nossa visão sobre o enriquecimento que pode ser proporcionado pelo encontro da ciência com a Filosofia.

A ordem dos capítulos reflete a trajetória do cientista que, ao sentir a necessidade de produzir uma crítica ao seu trabalho, toma emprestado conceitos da filosofia das ciências para tal tarefa. É neste sentido que decidimos começar nossa exposição pela caracterização do objeto das ciências geológicas, procurando levantar os questionamentos filosóficos que o objeto suscita. Ainda que neste percurso alguns conceitos possam parecer imprecisos, pretendemos que, ao longo do texto, eles ganhem o seu devido lugar.

As passagens usadas como citações em textos não traduzidos (Inglês, Francês e Espanhol) foram objetos de nossa tradução livre, constando os originais em notas de rodapé.

## **CAPÍTULO UM**

### **O OBJETO DA GEOLOGIA: SUA ESPECIFICIDADE E SUA CONSTRUÇÃO**

A primeira etapa do trabalho destina-se a apresentar uma visão acerca do objeto das ciências geológicas, que será elemento de discussão e análise posterior a partir das categorias do pensamento epistemológico de Gaston Bachelard. A etapa inicial tem como pretensão definir as especificidades deste objeto, cuja compreensão entendemos como fundamental para uma reflexão epistemológica sobre a Geologia, e, além disso, apresentar de que forma a construção de seu conhecimento se dá na prática. Procuraremos nos ater, sempre que possível, a aspectos não excessivamente técnicos do tema, justamente por ser nosso objetivo discutir os elementos mais propriamente filosóficos que o objeto engendra.

A Geologia se caracteriza por ser um campo do conhecimento que engloba tanto as características de uma ciência da natureza quanto as de uma ciência histórica. Nossa tarefa inicial é apresentar o objeto geológico segundo essas duas vertentes, iniciando pela sua caracterização como ciência da natureza, seguida pela apresentação de seu sentido histórico. No segundo item deste capítulo discutiremos algumas questões sobre como se dá a construção do conhecimento dessa ciência na prática, mostrando como tal construção se articula com as especificidades do objeto.

## 1.1 – A especificidade do objeto da Geologia

Iniciaremos nossa apresentação do objeto da Geologia ressaltando o aspecto de ciência da natureza. A ciência geológica tem, por finalidade, elaborar um conhecimento acerca dos processos formadores do nosso planeta e de sua evolução no tempo. Este planeta, que apresenta forma similar a uma esfera, pode ser dividido, da sua parte mais interna à mais externa, em núcleo, manto e crosta. Os processos a que nos referimos são, portanto, internos e externos, e os únicos dados objetivos de que dispomos para elaborar tal conhecimento são as exposições das rochas na superfície. Essas rochas são os registros esparsos, no tempo e no espaço, de seus processos formadores, que pretendemos conhecer e representam, analogamente, os indícios deixados pelo criminoso na cena do crime. Trata-se de, a partir daí, contar a história do planeta.

Os processos aos quais nos referimos, que estão envolvidos na formação e evolução do planeta, podem ser divididos em físicos, químicos e biológicos<sup>9</sup>. É a compreensão destes processos que coloca a Geologia como uma ciência da natureza, mas três características a tornam específica. A primeira delas é que o desenvolvimento desses processos se dá numa enorme abrangência de escala espacial, variando desde fenômenos microscópicos até planetários e, eventualmente, cosmológicos. Em função disso, a noção de espaço suscitada requer uma análise mais aprofundada, pois frequentemente vamos encontrar correlações entre fenômenos de diferentes escalas. Processos de abrangência planetária vão controlar necessariamente configurações de continentes. Movimentações continentais controlarão a formação de sub-ambientes, propícios ao desenvolvimento de processos formadores de diferentes tipos de rocha. Dentro desses ambientes, elementos de caráter cada vez menos regionais e cada vez mais locais vão controlar os processos geológicos que terão lugar, e assim sucessivamente até escalas microscópicas. Estabelece-se, portanto, uma complexa cadeia causal que envolve diferentes escalas, desde aquelas em que não podemos ver de tão pequenas, até as muito grandes. Podemos concluir, então, que a compreensão de um fenômeno passa por uma compreensão em escala no domínio do espaço.

---

<sup>9</sup> Apenas para exemplificar, a deposição de areias numa praia ilustra um processo físico, a alteração composicional de um mineral em contato com a água de chuva ilustra um processo químico, e a formação de recifes de coral ilustra um processo biológico.

A segunda característica na análise dos registros e elucidação dos processos diz respeito ao tempo. Esse talvez seja um dos mais importantes tópicos da reflexão filosófica em Geologia, uma vez que a descoberta do tempo geológico<sup>10</sup> teve um papel crucial na compreensão que o homem elabora de si mesmo. Contudo, queremos chamar a atenção para o fato de que, a exemplo do espaço, o tempo também abrange uma grande variedade de escalas, as quais o cientista tem que ordenar na construção do conhecimento. A escala de tempo, contada em termos de milhões de anos, coloca à intuição problemas de apreensão. Ao nos defrontarmos com um registro, devemos estar prontos a encontrar diferentes tipos de eventos que se formaram nas mais diferentes velocidades, desde os instantâneos, até aqueles com duração de milhões de anos, colocando, no domínio do tempo, a variabilidade de escalas que temos no domínio do espaço. Além disso, há a necessidade de se analisar a validade das leis hoje vigentes para fenômenos que ocorreram no passado, uma vez que não podemos garantir que as condições de sua aplicação tenham sido as mesmas ao longo da história, ou, mais tecnicamente falando, a abrangência do tempo implica numa discussão acerca do Atualismo, que diz respeito à validade das leis que, ao longo do tempo geológico, regulam os fenômenos.

A terceira característica importante desses processos é que, como consequência das escalas de espaço e tempo, eles se deram de forma aberta, ou seja, não ocorreram em sistemas isolados, mas em sistemas cujas partes estavam sob a liberdade de interagirem entre si, o que faz aparecer no fenômeno uma enorme rede de relações causais.

O que fizemos até agora foi, de forma simples, apresentar um objeto que se forma a partir de processos físicos, químicos e biológicos que se desenvolvem de forma aberta, ao longo de uma enorme escala de tempo e de espaço. Se pensarmos apenas nos processos, devemos imaginar que a Geologia se aproxima da Física e da Química, deixando-se determinar a partir de um conjunto de leis que podem ser estudadas em laboratório. Se isso

---

<sup>10</sup> O termo tempo geológico surge, neste texto, como oposição ao tempo admitido pela Bíblia para a idade da Terra. Em termos científicos, a Terra tem, aproximadamente, 4.6 bilhões de anos.

é verdade, a Geologia pode ser considerada como uma ciência da natureza, e seu domínio é o da necessidade e o do determinismo da lei natural.

Quando analisamos as abrangências espaciais e temporais dos fenômenos geológicos, e a sua ocorrência em sistemas abertos, constatamos que uma primeira fonte de problemas em relação ao domínio do determinismo e da lei se estabelece, e a analogia com a Física e com a Química se torna um tanto problemática. Os processos geológicos se desenvolvem, em função das condições de sua atuação, como um sistema dinâmico aberto, envolvendo relações entre variáveis de forma complexa, e cujo conjunto de leis básicas, que regem os processos individuais e isolados dos laboratórios, não é capaz de descrever completamente. Abre-se, então, um espaço entre esse conjunto de leis, que se coordenam nas teorias, e os fenômenos propriamente ditos, estabelecendo-se, então, as condições de possibilidade de se falar no contingente e no probabilismo.

Este questionamento do determinismo, que nasce da necessidade de se compreender um fenômeno para o qual intervém um enorme conjunto de variáveis, não é, entretanto, um privilégio da Geologia. Deparam-se hoje com ele todas as ciências da natureza e mesmo as ciências do homem. A emergência da noção de complexidade, como tem sido chamada essa nova forma de abordagem dos problemas, não tem o sentido de negar o procedimento científico de análise e síntese, mas sim de ampliá-lo para que ele possa dar conta de uma complicação do objeto.

Devido à sua relevância, julgamos importante apresentar, ainda que de forma bastante sucinta, alguns elementos básicos sobre os sistemas complexos, principalmente porque, sendo uma das especificidades do objeto da Geologia, suas conseqüências são importantes para a reflexão epistemológica. Não é nosso objetivo aqui aprofundar o estudo de tais sistemas, nem tampouco discutir a epistemologia contemporânea no que concerne ao tema, mas verificar de que forma essa visão do objeto se diferencia da abordagem analítica, e argumentar que os fenômenos geológicos apresentam tais características.

Ao nos preocuparmos com o tema da complexidade, devemos, antes de mais nada, sair do contexto de uma compreensão comum desse termo, e avançar para uma definição que procure clarear o sentido em que ele é hoje empregado nas ciências naturais e humanas. A noção de complexidade tem sua origem num campo do saber denominado Teoria dos Sistemas, que define a noção de sistemas como ‘...um arranjo de certos componentes interrelacionados e formando um todo...’<sup>11</sup>. Um sistema pode ser linear quando o seu conjunto se comporta como uma superposição de suas partes, e ele pode ser dividido e estudado separadamente, de forma analítica, sendo sintetizado ao final. Mas quando um sistema não pode ser reduzido à soma de suas partes, devido ao fato de elas se influenciarem mutuamente, esse sistema é dito complexo. Nesses sistemas, pequenas alterações em suas partes constituintes influenciam a configuração das demais, gerando, então, um comportamento complexo.

Essa definição, de caráter geral, fornece a idéia central do que hoje se denomina universalmente sistemas complexos, campo do conhecimento cujo crescimento tem sido vertiginoso nos últimos anos, e cuja aplicação tem se dado em várias áreas do saber, como a Física, a Química, a Matemática, a Biologia, a Economia, os estudos de fenômenos sociais, a Ecologia, etc. Vários trabalhos têm sido publicados a respeito de sistemas complexos, não só dentro do âmbito propriamente científico, como também do epistemológico.

O ponto mais importante que se pode constatar na definição, é que ela rompe com uma das idéias básicas do trabalho científico, que é o método denominado analítico, onde o problema deve ser dividido em suas partes constituintes, que deverão ser estudadas separadamente e retomadas num processo de síntese posterior, para elaborar o conhecimento completo do fenômeno. Se nosso sistema é caracterizado justamente pelo fato de não se poder estudar as partes em separado, uma vez que elas guardam entre si relações, podemos ver que estamos diante de um novo objeto, que vai exigir do sujeito uma nova postura epistemológica.

---

<sup>11</sup> Klir, G. J. The Poliphonic General Systems Theory *in Trends in General Systems Theory*. Wiley-Interscience, 1972. p 1.

Podemos demonstrar essa mudança de visão a partir de uma síntese dos pressupostos que devem ser assumidos pelos cientistas ao desenvolverem estudos sobre fenômenos típicos de sistemas complexos, como

*... entender os processos de mudança, ao invés de focar nas partes constituintes individuais; entender as interrelações das partes constituintes do sistema, ao invés das concatenações lineares de causa e efeito; concentrar na complexidade dinâmica do processo, ao invés da complexidade estática de seus detalhes...<sup>12</sup>.*

Ainda nesta síntese, podemos ler que ‘...nestes sistemas, não há uma única causa que gera um único efeito. Há sim, uma interrelação de diferentes elementos (o sistema) que determina o efeito que estamos considerando...’<sup>13</sup>.

Devemos aprofundar um pouco mais as noções que ora apresentamos no sentido de chamar atenção para o fato de que tais sistemas são dinâmicos e não lineares. Esses sistemas, que evoluem dinamicamente no tempo, apresentam as características da complexidade na medida em que revelam a não linearidade nas relações entre as variáveis. As equações - ou sistema de equações - que os descrevem, apresentam a característica de serem sensíveis às condições iniciais e de fronteira<sup>14</sup>, ou seja, para pequenas alterações dessas condições no sistema, o resultado final do processo vai se apresentar de forma bastante diferente. Essa característica é própria dos sistemas não lineares, cujo estudo tem desembocado num tema de grande interesse na atualidade, qual seja, o do comportamento caótico. As pesquisas têm mostrado que sistemas não lineares, descritos deterministicamente por equações bem conhecidas, podem, dependendo das condições iniciais e de fronteira de sua aplicação, apresentar um comportamento completamente

---

<sup>12</sup> COSENTINO, L. *Integrated reservoir studies*. Paris: Editions TECHNIP, 2001 – p.3 “understand the process of change, instead of focussing on the individual constituent parts of the process itself; understand the interrelationships among all the constituent parts, rather than the linear cause-effect concatenations; concentrate on the dynamic complexity of the process, rather than on the static complexity of its details”

<sup>13</sup> Idem – “In Systems Thinking, there is no one simple cause that generates one effect. Rather, there is an interrelation of different elements (the system) that determined the effect that we are considering”

<sup>14</sup> As condições iniciais definem, para um sistema, as condições das variáveis no tempo zero de sua evolução, e as condições de fronteira a relação desse sistema com os elementos externos à ele.

imprevisível. Além disso, nesse mundo da não linearidade, vemos surgir também relações entre variáveis que atuam em diferentes escalas, e em diferentes padrões de relação ao longo do tempo.

Vários modelos têm sido propostos para o estudo dos fenômenos da natureza, visando a dar conta da complexidade a partir de esquemas relativamente simplificados. Como exemplo podemos citar os modelos fractais, auto similares, críticos, auto organizados, entre outros.

Nesta breve introdução ao problema da complexidade não estamos preocupados com o modelo a ser aplicado, nem com uma exposição aprofundada do tema. Nossa intenção é mostrar, de forma clara e simples, que a ciência se depara hoje com um tipo de problema cujo modelo analítico não pode mais ser adotado de forma imediata, sem uma reflexão sobre os riscos dessa abordagem. Tais problemas surgem justamente porque a ciência avançou e precisou se dedicar a um aprofundamento dos problemas lineares, deparando-se necessariamente com o complexo. Nessa complexidade, é requerido do sujeito uma mudança de postura, pois, em função da relação não linear entre as partes de um sistema, o detalhe assume uma importância fundamental, e negligenciar o detalhe, como por exemplo as mínimas alterações nas condições iniciais e de fronteira, pode levar a uma imprevisibilidade no resultado final do processo. O detalhe, ao assumir importância, vai valorizar o contingente em detrimento do necessário.

Pode-se, então, concluir que a complexidade coloca problemas epistemológicos novos, uma vez que as estratégias de simplificação adotadas pelo método analítico podem não ser mais válidas, uma vez que elas não consideram a relação entre as partes do sistema. Vamos agora mostrar em que sentido os fenômenos geológicos podem ser considerados como sistemas complexos.

Aos nos referirmos aos processos físicos, químicos e biológicos, bastaria uma rápida análise dos desenvolvimentos científicos contemporâneos dessas três ciências para verificar que as mesmas caminham no sentido de procurar compreender seus objetos num

domínio de uma complexidade cada vez maior. Os modelos simplificados têm tido cada vez menos espaço no desenvolvimento científico contemporâneo, o que pode ser ilustrado pelas pesquisas acerca de fenômenos caóticos em Física. Dizemos isso apenas para mostrar que, se essa tendência se dá num campo de conhecimento que se presta à reprodução em laboratórios, onde os processos podem ser analisados de forma isolada, podemos imaginar que, numa ciência cujo laboratório é a própria natureza, com um pano de fundo que envolve complexas relações de espaço e tempo, e na qual os processos se desenvolvem em conjunto, será razoável supor que esse objeto seja encarado como complexo, com todas as conseqüências epistemológicas que podem advir daí.

Para ilustrar essa questão da complexidade na Geologia, retiramos duas citações, em livros técnicos atuais, que revelam a grande quantidade de considerações feitas para a tentativa de modelagem dos fenômenos da natureza. Ao falar da tentativa de obter respostas em modelagens de sistemas de sedimentação (processo que ocorre na superfície), Cross & Harbaugh afirmam:

*Sabemos, pela intuição, experimentação, e estudos, que a complexidade de processos geológicos e a direcionalidade do tempo histórico tornam difíceis o desenvolvimento de modelos quantitativos, uma vez que os fenômenos são inadequadamente entendidos. Para conhecer a resposta a um fenômeno particular, podemos não saber que processos são importantes, nem seus valores, incertezas e interrelações. Podemos não saber também se os processos são lineares ou não lineares... A probabilidade que a interdependência entre processos, mecanismos de retroalimentação, e respostas não lineares existam, combinados com a direcionalidade do tempo histórico, sugerem que muitos fenômenos geológicos sejam caóticos.*<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Cross, T. A & Harbaugh, J.W., Quantitative Dynamic Stratigraphy: A Workshop, A Philosophy, A Methodology. In *Quantitative Dynamic Stratigraphy*. Prentice Hall, 1989. P.10 – ‘We know from intuition, experimentation and geological studies that the complexity of geologic processes and directionality of historic time make quantitative model development difficult because so many geological phenomena are inadequately understood. For any particular response, we may not know which processes are important, nor their relative degrees of importance, values, uncertainties, or interdependencies. We also may not know whether geologic

Já Turcotte, ao falar de processos sísmicos causadores de terremotos (processo que ocorre em sub-superfície), nos diz:

*é razoável concluir que a interação entre falhas geológicas produz movimentações que podem ser descritas através de modelos de caos determinístico. A previsão de terremotos não pode ser feita em modelos puramente determinísticos, suscitando métodos probabilísticos.*<sup>16</sup>

Esses exemplos em fenômenos de origens geológicas distintas, nos permitem concordar com Slingerland, quando, apontando para o avanço da ciência em direção a processos mais refinados, afirma:

*...estamos agora no estágio em que os problemas interessantes são os não lineares e, conseqüentemente, mais difíceis. Praticar o reducionismo científico ao abordá-los com modelos lineares é jogar fora o bebê junto com a água da bacia....*<sup>17</sup>

Demonstramos, até aqui, que a Geologia se caracteriza como uma ciência da natureza, não no sentido tradicional da Física e da Química, mas com noções de espaço e tempo peculiares, envolvendo sistemas abertos. Como conseqüência, seus fenômenos são complexos, como se entende esse termo na ciência contemporânea. Esses fenômenos colocam problemas epistemológicos novos, pois, como vimos, nos obrigam a analisá-los sob diversos aspectos, surgindo em função disso uma nova visão da importância do detalhe.

---

process-response systems are linear or non linear. The probability that process interdependencies, feedback mechanisms and response nonlinearity exist in geologic systems, combined with the directionality of historic time, suggest that many geologic systems are chaotic.'

<sup>16</sup> Turcotte, D.L., *Fractal and Chaos in Geology and Geophysics*. Cambridge University Press, 1992. p.135 'Thus, it is reasonable to conclude that the interaction between faults ...is an example of deterministic chaos. The prediction of earthquakes is not possible in a deterministic sense. Only a probabilistic approach to the occurrence of earthquakes will be possible.'

<sup>17</sup> Slingerland R., Predictability and Chaos in Quantitative Dynamic Stratigraphy. In *Quantitative Dynamic Stratigraphy* (Cross, T. A). Prentice Hall, 1989. p. 45 – "We are now at the stage where the interesting problems are the more difficult nonlinear ones. To practice reductionist science with its linearized models is to throw out the baby with the bathwater".

O segundo aspecto da Geologia que julgamos importante ressaltar é a sua caracterização como uma ciência histórica<sup>18</sup>. Já tivemos oportunidade de mostrar que o trabalho a ser desenvolvido pelo cientista é o de uma reconstrução evolutiva dos processos da natureza, que deram origem ao que hoje vemos. Para isso, os únicos registros disponíveis são as rochas, na forma como nos aparecem hoje, e o que presenciamos é uma evolução distinta em cada local, dada a já mencionada relação intrínseca dos processos nas mais diferentes escalas.

Para um fenômeno homogêneo numa determinada escala, como, por exemplo, a separação entre os continentes africano e americano<sup>19</sup>, podemos esperar similaridades nas formações costeiras de ambos, mas não igualdade, uma vez que as condições locais de cada um deles tem uma importância crucial quando queremos analisar o fenômeno no seu detalhe. O que ocorreu em cada continente é condicionado, num primeiro momento, pela ruptura do megacontinente, um fenômeno planetário. Mas a evolução em cada lado do Atlântico é condicionado também pelas causas locais, contingentes. O exemplo demonstra que o conhecimento do fenômeno principal não é suficiente para a construção completa do conhecimento, sendo apenas uma primeira aproximação. Sendo assim, o que ocorreu em cada lado do futuro Oceano Atlântico é contingente no tempo, e é, portanto, um dado histórico. Nesse sentido, vemos a epistemologia de tais fenômenos se aproximar das ciências da vida, cenário no qual o contingenciamento histórico é de fundamental importância, uma vez que o geral não esgota o fenômeno.

Esse ponto nos remete novamente à insuficiência das leis, teorias e conceitos em conseguir explicar um fenômeno geológico qualquer. Se antes vimos que a complexidade inseria um elemento de contingência no objeto, questionando o determinismo, vemos que o caráter histórico vem se somar a este efeito, uma vez que aponta para uma impossibilidade

---

<sup>18</sup> Ao longo desse trabalho, a referência à historicidade diz respeito sempre ao objeto da ciência. Não pretendemos analisar aqui o caráter histórico da construção do conhecimento, ou seja, a sua historicidade epistemológica.

<sup>19</sup> O conhecimento atual advoga que os continentes americano e africano eram unidos, formando, em conjunto com outros continentes atuais, um mega-continente denominado Gondwana. Essa separação se deu há cerca de 150 milhões de anos atrás.

de reprodução do mesmo fenômeno, tornando-o singular. É nessa singularidade do fenômeno que vemos uma segunda diferença importante entre a Geologia e as ciências Física e Química, além da já mencionada característica dos sistemas abertos que engendram a complexidade.

Dois outros problemas que, além da singularidade já mencionada, são conseqüências do aspecto histórico do objeto da Geologia, são o fato de que os fenômenos são em grande parte ocultos e não reproduzíveis em laboratório. Isto ocorre em função da enorme variação das dimensões espaciais e temporais, nas quais se dão os processos geológicos. Sendo assim, podemos apenas imaginar o que se passou em tempos remotos, bem como em profundidades quilométricas, e como a imaginação é a capacidade de se representar as coisas que não estão presentes, é a ela que recorremos. Entretanto, o caráter oculto não se dá apenas nessas condições. Entendemos que, mesmo em fenômenos superficiais e contemporâneos, ou seja, atuais, o que presenciamos são apenas pequenos registros, indícios, marcas dos processos que, individual ou coletivamente, deram origem ao que de fato vemos. Isto se dá porque, ao cientista, interessa o movimento, o processo, o de difícil apreensão, e não o estático. Resumidamente, trata-se de reproduzir o dinâmico a partir do estático.

Como conseqüência da historicidade e da complexidade, concluímos que os fenômenos a se conhecer jamais poderão ser reproduzidos fielmente em laboratórios, o que torna a sua reprodução, em sentido estrito, impossível. Sendo assim, o que se coloca é que cada fenômeno, em certo sentido, apresenta-se como singular, e quanto mais nos aproximamos dele, mais distante se torna o geral em detrimento do detalhe, do local, do contingente.

Conforme vimos, o objeto da Geologia deve ser compreendido como obedecendo às leis da natureza, mas que em função de suas características se apresenta como complexo, na medida em que intervém na sua formação uma enorme quantidade de variáveis atuando em diferentes escalas de tempo e espaço em sistemas abertos. As conseqüências dessa caracterização se fazem sentir na forma de construção do conhecimento, pois vemos que as

teorias, leis e conceitos não são capazes de produzir um conhecimento seguro, e o detalhe aparece como elemento importante. Apesar disso, as teorias revestem-se de uma característica fundamental no sentido em que são uma primeira tomada de posição do cientista. Se a isso somarmos as conseqüências advindas da caracterização do objeto como histórico, como a singularidade histórica, a não visibilidade e não reprodução, duas questões são colocadas à reflexão: Como se constrói o conhecimento numa ciência com as especificidades ora apresentadas? De que forma uma filosofia da ciência poderia contribuir para elucidar e criticar a construção do conhecimento numa tal ciência?

As questões acima colocadas estão necessariamente interligadas e para respondê-las vamos começar por apresentar, no próximo item, de que forma se constrói esse conhecimento na prática, para que então possamos analisá-lo filosoficamente.

Para responder à segunda pergunta, torna-se imprescindível nos apoiarmos numa filosofia da ciência. Se o cientista tem por função tornar visível o que está invisível, ou seja, deve produzir um desvelamento da verdade escondida, a partir de pedaços, elementos muitas vezes desconexos, quais os recursos que ele pode dispor para tal tarefa? Sabemos que a ciência opera com conceitos, mas, neste campo, os conceitos claramente não podem dar conta da apreensão completa da verdade do fenômeno. Como sair do campo dos conceitos para atingir uma pretensão de verdade sobre o objeto oculto? Como atingir a objetividade do conhecimento, nesse campo vasto que vai do conceito à explicação dita científica dos fenômenos? Quais são os recursos de que se utiliza o cientista para se mover nessa região nebulosa? Deve ele se prender ao uso da razão? Qual o papel da experiência e que tipos de experiências são possíveis nesse objeto? Tais questões nos remetem necessariamente à uma epistemologia da Geologia, na medida em que é tarefa dessa epistemologia trazer à luz as práticas de construção do conhecimento nessa ciência. Nosso objetivo aqui é de responder as questões a partir da retomada das categorias do pensamento epistemológico de Gaston Bachelard. Antes porém, vamos apresentar, de forma sucinta, de que forma se dá a construção do conhecimento da Geologia.

## 1.2 – A construção do conhecimento em Geologia

Até aqui fizemos uma apresentação do objeto das ciências geológicas, mostrando que duas características o tornam peculiar, a saber, a complexidade e o aspecto histórico de seu objeto. É a partir dessa caracterização que pretendemos colocar as seguintes questões de ordem filosófica: como se dá a construção do conhecimento de um objeto com tais características? Quais os recursos válidos para tal tarefa? Como se dá a evolução desse conhecimento e qual o critério de verdade com o qual devemos operar? Antes de respondermos à essas questões, acreditamos ser necessário discutir de que forma se elabora o conhecimento no fazer prático, para, em seguida, mostrar como a epistemologia poderia ter aí um papel crítico.

A ciência geológica, apesar de poder ser classificada como uma ciência empírica<sup>20</sup>, não apresenta o mesmo estatuto das ciências empíricas, na medida em que seus fenômenos não se prestam à observação direta na natureza, e as dificuldades de reprodução das condições espaço – temporais não permitem uma repetição dos fenômenos em laboratório. Portanto, seu caráter não visível, ou seja, o fato de que seus fenômenos não são acessíveis à experiência de forma integral, a torna distinta de uma ciência empírica no sentido tradicional.

Outro ponto importante, já levantado, é que, em função da enorme complexidade dos fenômenos geológicos, e do caráter esparso de seus registros, torna-se pobre sua descrição meramente através de conceitos e teorias, uma vez que esses não são suficientes para dar conta da complexidade do fenômeno. Isso nos leva a concluir que uma abordagem puramente racionalista também não é capaz de, sozinha, explicar a construção do conhecimento em Geologia. Nessa ciência, portanto, assume importância fundamental a atividade de interpretação. Essa atividade tem como função preencher o espaço entre o conteúdo dos conceitos, encadeados em teorias, e os registros empíricos. Vemos então, que, se por um lado não podemos pensar a Geologia como uma ciência empírica em senso

---

<sup>20</sup> O empirismo assume aqui o sentido de um conhecimento que foi derivado de uma experiência sensível. Como a experiência sensível do fenômeno geológico não é completa, especialmente no que se refere à visão, não podemos postular que seu conhecimento seja exclusivamente empírico.

estrito, também não compreendemos seus fenômenos numa perspectiva puramente racional, teórica, ou mesmo conceitual.

É em função de tais características que somos levados a concluir que a elaboração do conhecimento deve se dar de forma dialogada, ou seja, deverá existir um terreno móvel, mescla das etapas da razão e da experiência, na qual estará assentada a construção do conhecimento geológico. Uma das etapas é a observação, o caráter empírico, que, conforme vimos, não guarda suas características tradicionais, mas assume importância fundamental no desenvolvimento do conhecimento. O outro momento é o do pensamento, traduzido como elaboração teórica e conceitual, e que representa o conjunto a partir do qual a razão concebe um projeto de conhecimento.

Para que possamos dar início à discussão do conhecimento acerca do objeto nas ciências geológicas, devemos retomar a questão proposta no final do item anterior, ou seja: De que forma pode o cientista se mover no espaço entre o conceito e a pretensão de verdade sobre o objeto, dado que este é eminentemente complexo e também histórico?

Uma tentativa para responder à questão deverá passar necessariamente por uma análise dos procedimentos mais comuns da atividade do cientista, ou seja, uma análise de como se dá efetivamente esse processo de conhecimento na prática, a partir de uma aproximação com o objeto. Mas o já exposto nos autoriza, antes de qualquer desenvolvimento, a postular que qualquer epistemologia que se fundamente somente nos pressupostos do empirismo (ver nota 20) deverá ser afastada, uma vez que não podemos partir do princípio de que é necessário ter acesso, ou seja, experienciar os processos geológicos, complexos ou não, para se chegar às conclusões válidas nessa ciência. Deve-se, portanto, fundamentar esse conhecimento em outra instância, que não apenas a experiência sensível. Mas, como vimos, tal fundamento não vai ser encontrado na razão, uma vez que não se trata de uma ciência dedutiva, pois, como vimos, não podemos chegar, a partir de um conjunto de conceitos, à dedução dos fenômenos subsequentes, em função de sua complexidade e caráter histórico.

Nosso argumento é que o espaço existente entre o conceito e o conhecimento do fenômeno, que não pode ser apreendido objetivamente, deve ser preenchido por uma ação mais elaborada, que nos remete a algum tipo de construção, ou seja, o projeto de conhecimento que se fundamenta num objeto com as características descritas deve ser resultado de uma operação, de um trabalho, pois o mesmo não está dado à intuição sensível de forma imediata. Podemos pensar numa espécie de elaboração, onde as ações do sujeito serão fundamentais para se definir uma aproximação com o real. Essas ações, entretanto, não podem ser de natureza simplificada, como as que se dão no conhecimento dos objetos que se apresentam à experiência sensível.

Vamos nos ater inicialmente a um tipo de construção que associamos ao fazer científico em Geologia, e que diz respeito ao caráter parcialmente oculto do objeto, ou seja, à impossibilidade de um acesso sensível completo a esse objeto.

Por lidar com elementos quase sempre não presentes ou não visíveis, seja por terem se desenvolvido ao longo do tempo geológico, seja por estarem inacessíveis espacialmente, faz-se necessário a aplicação de tecnologias para que possamos tornar visíveis esses fenômenos. A ação do homem através da técnica é capaz de produzir um novo objeto, que surge da interação sujeito (técnica) x objeto.

Em Geologia, várias técnicas têm sido desenvolvidas cujo objetivo é permitir uma observação do fenômeno, que, de outra maneira, seria inacessível. Para exemplificar, podemos citar os métodos geofísicos, que utilizam determinadas propriedades físicas das rochas e, através de seu mapeamento, permitem ao cientista uma observação do objeto que se encontra em sub-superfície. Através de uma reflexão crítica, constatamos que o que se faz, na realidade, é provocar uma forma de concretização do objeto, forçando-o a se revelar, gerando, assim, um elemento intermediário entre o sujeito e o objeto inacessível, elemento esse que vai se constituir propriamente num novo campo do saber, numa nova ciência.

O papel desses novos campos do saber é, ao se colocar entre este sujeito e o objeto, servir inicialmente como uma espécie de ampliação da possibilidade de uma experiência

sensível por parte sujeito. Entretanto, esses novos campos do saber só se constituem como uma nova ciência porque têm, de fato, um novo objeto, construído pela interação da técnica e do objeto primordial. Na qualidade de novo objeto, eles permitem uma visada do objeto primordial, e como tal devem ser encarados. Mas esses novos objetos, se por um lado são considerados como vias de acesso ao real, são ao mesmo tempo um outro real, com suas complexidades associadas e que suscitam questionamentos a partir da sua relação fragmentada tanto com o sujeito quanto com o objeto que pretendem representar. No exemplo citado, essa nova ciência é a Geofísica, que se dedica a auxiliar a Geologia na medida em que permite observar o objeto inacessível a partir das respostas das rochas a estímulos físicos.

Devemos ressaltar um outro tipo de elaboração que está relacionada ao *modus operandi* da Geologia, e que diz respeito tanto ao aspecto oculto de seu objeto, quanto à questão de sua complexidade. Trata-se da construção que é necessária em função do espaço entre o conceito e o fenômeno. É necessário para isso recorrer à prática do geólogo para melhor compreensão.

O geólogo trabalha a partir dos elementos observáveis, dos dados que são apreendidos pelos sentidos, ou seja, das rochas que afloram em superfície. Conforme já foi dito, o que temos acesso é apenas uma pequena parte, freqüentemente estática, a partir da qual caberá ao cientista o papel de elaborar uma reconstrução do movimento, tendo em vista o caráter complexo do mesmo. A distância entre o elemento fragmentado, fornecido pelos sentidos, e sua explicação, é o que abre espaço para a subjetividade em Geologia, conseqüência da sua especificidade, que a diferencia grandemente das ciências empíricas objetivas como a Física e a Química<sup>21</sup>. Esse espaço, na prática da Geologia, é preenchido pela atividade de interpretação.

O olhar crítico sobre o significado da interpretação em Geologia revela alguns temas importantes. É fundamental começar por caracterizar a interpretação como uma

---

<sup>21</sup> Não queremos aqui argumentar que não existe interpretação na Física e na Química, mas apenas ressaltar que, na Geologia, a especificidade do objeto torna essa atividade de fundamental importância para a construção do conhecimento.

operação da razão sobre, no nosso caso, o elemento objetivo, que é a rocha. Essa construção se fundamenta num corpo de conceitos, que representam um conjunto de conhecimentos estabelecidos e aceitos, mas que por si só não garantem que as interpretações elaboradas por diferentes subjetividades sejam iguais, ou seja, não nos garantem a objetividade. Podemos, então, caracterizar a interpretação como sendo uma opinião que respeita um conjunto de conceitos. Em última análise, uma interpretação é uma construção que representa uma pura possibilidade, que deverá respeitar, por um lado, os registros apreendidos pela intuição sensível e, por outro, os conteúdos dos conceitos considerados como conhecimentos consolidados. Entretanto, considerando que essa interpretação é uma opinião, como vamos diferenciá-la do conhecimento vulgar? Que tipo de objetividade podemos esperar de um real que se deixa conhecer através de opiniões, mesmo que sejam embasadas em conceitos? Para aprofundar a discussão, devemos analisar que recursos são usados pelos cientistas nessa construção.

A esse respeito nos deteremos em apenas dois elementos das operações de construção. O primeiro diz respeito ao fundamento sobre o qual se dará a elaboração das interpretações ou modelos. Esse fundamento é, de um lado, relativo aos dados concretos, mas esparsos, e, de outro, relativo às teorias, que se constituem numa espécie de posicionamento *a priori*<sup>22</sup> do cientista em relação ao objeto que investiga. Segundo Menegat e Fernandes (1994), apenas a partir da década de 60 a Geologia pode aceder à denominada Nova Epistemologia, onde se admite que os objetos são pesquisados usando como pano de fundo teorias competidoras, constituindo os programas de pesquisa, conforme os desdobramentos da epistemologia de Imre Lákatos. Nesse sentido, a interpretação de um pacote de rochas pode ser completamente diferente se admitirmos diferentes posições *a priori* do sujeito.

Ainda dentro desse contexto, vimos ocorrer também, na história recente da Geologia, o surgimento dos paradigmas, dentro de uma nomenclatura proposta nos estudos

---

<sup>22</sup> A priori aqui não tem o sentido Kantiano de anterior, em sentido lógico, à qualquer experiência, como estrutura cognitiva do homem, ou seja, o que é completamente independente da experiência, mas sim com o sentido de que o sujeito vai se defrontar com o objeto já dispondo de um ponto de vista inicial sobre este objeto.

epistemológicos de Tomas Kuhn<sup>23</sup>, bem como suas rupturas, que nada mais representam do que a substituição de um posicionamento *a priori* por outro, que o substitui em função de um poder maior de explicação do fenômeno investigado. Mas o que se deve ter em mente é que a Geologia, em função do caráter de complexidade do seu objeto, não se presta propriamente à elaboração de leis quantitativas, nas quais se pode abordar o objeto com um caráter dedutivo. Verificamos que, na realidade, as teorias são também interpretações, ou seja, o fundamento da interpretação de um fenômeno é uma teoria que, por sua vez, é também uma interpretação, dado que não pode ser provada. Poderíamos situar as teorias com uma interpretação de abrangência mais geral, numa escala mais ampla, mais universal, que serviria como ponto de apoio a partir do qual estaríamos analisando o objeto local de estudo.

O segundo elemento que queremos analisar diz respeito não ao fundamento, mas ao próprio processo da interpretação. A interpretação representa a etapa de construção do conhecimento, ou seja, ao construirmos a interpretação, construímos na verdade um modelo que representa o nosso conhecimento. E de que forma pode ser feita essa construção? Podemos partir da perspectiva de um *conhecimento – objeto* ou de um *conhecimento – projeto*. Ao *conhecimento – objeto* podemos associar uma posição comum na teoria do conhecimento, ou seja, a de que o objeto existe independente do sujeito, e que se trata apenas de descobrir suas leis. Essas leis, como vimos, não têm como representar a totalidade do fenômeno, e a noção de *conhecimento – objeto* associa-se a um imobilismo do saber. A esse tipo se opõe o *conhecimento – projeto*, que tem um sentido diferente do ponto de vista da relação sujeito – objeto, dialetizando-o. No primeiro caso, podemos dizer que a descoberta das leis, ou seja, o modelo gerado a partir do conhecimento das leis é que fará a mediação sujeito – objeto, explicando e representando esse objeto para o conjunto dos sujeitos. No segundo caso, o modelo, que não mais se baseia unicamente numa descoberta de leis, mas sim num posicionamento dialético de construção do conhecimento, será o

---

<sup>23</sup> Thomas Kuhn, epistemólogo dos mais importantes do século XX, cunhou o termo paradigma em seu texto fundamental ‘A estrutura das revoluções científicas’. Segundo ele, o termo ‘... indica toda a constelação de crenças, valores, técnicas, etc..., partilhada pelos membros de uma comunidade determinada.’ (KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. Ed. Perspectiva, 2001. p. 218). Quando aplicado à comunidade científica, implica na aceitação, no seio dessa comunidade, de um corpo teórico conceitual como ferramenta de solução de problemas.

palco para o estabelecimento da relação sujeito e objeto. À noção de *conhecimento – projeto* se associa um dinamismo e uma mobilidade na construção do conhecimento.

Ao tratarmos do modelo como uma das formas de construção da interpretação, não queremos propor a tarefa de pesquisar uma epistemologia dos modelos, pois essa tarefa não poderia ser abordada adequadamente no escopo deste trabalho. Queremos, apenas, ressaltar que, qualquer que seja o tipo e o fundamento conceitual e teórico que tenha sido usado para construir o modelo, não podemos deixar de enxergá-lo como um elemento intermediário entre o sujeito e o objeto, uma representação deste para aquele. É sobre o modelo que se dá o debate da intersubjetividade, e, nesse sentido, é sobre ele que se elaboram as discussões.

Podemos resumir que a interpretação, etapa fundamental da atividade do cientista em Geologia, pode ser compreendida como um processo de elaboração, uma vez que existe uma lacuna entre o conjunto de conceitos e o fenômeno que se quer analisar. Essa construção tem como fundamento os dados esparsos, os conceitos, que são os conhecimentos considerados como básicos e intersubjetivamente aceitos, e as teorias, que são na verdade interpretações com um grau de abrangência mais ampla que a mera interpretação fenomênica. Uma teoria deve ser entendida numa abrangência de escala ampla e, por isso, representa uma perspectiva *a priori* no olhar do cientista.

Com base nesses fundamentos, a construção da interpretação do dado fenomênico é alcançada a partir de uma elaboração racional, cujo recurso freqüente é a criação de modelos, sejam eles quantitativos, qualitativos, visuais, análogos, de laboratório, computacionais etc. Esses modelos são modos de representação do objeto para o sujeito, e por isso se transformam numa espécie de espaço sobre o qual se darão as discussões sobre a pretensão de verdade dos mesmos.

Podemos, então, concluir que a construção do conhecimento em Geologia se dá a partir de um compromisso entre os elementos do abstrato (conceitos, teorias) e os dados concretos e esparsos. Esse compromisso se estabelece a partir da elaboração de experiências racionalmente concebidas, onde a interpretação tem papel preponderante na

geração de diferentes tipos de modelos, dentro da perspectiva de um *conhecimento – projeto*, onde experiência e razão dialogam. É em tal diálogo que julgamos ser possível suplantar as dificuldades epistemológicas que ressaltamos existirem na construção do conhecimento de fenômenos complexos, permitindo considerar as influências das diversas variáveis em suas diferentes escalas e padrões de correlação.

A partir do que discutimos neste capítulo, podemos concluir que o objeto da Geologia pode ser compreendido como natural e histórico, e retirar daí algumas consequências importantes para a epistemologia dessa ciência, como a necessidade de uma abordagem não analítica devido à interrelação complexa entre as variáveis, a importância do detalhe e da minúcia na composição do fenômeno, a singularidade histórica do dado, além do caráter preponderantemente oculto e de não reprodutibilidade dos processos. Analisamos, também, de que forma é produzido o conhecimento na Geologia, mostrando que o mesmo não se funda nem no empirismo nem no racionalismo em seu sentido clássico, mas numa dialetização entre a razão e a experiência. O conhecimento em Geologia é, então, produto de um processo de construção paulatina.

A ferramenta básica dessa construção, segundo nossa argumentação, é a interpretação, na qual o cientista aborda o seu objeto, de um lado, com um conjunto de conceitos básicos, e, de outro, com um ou mais corpos teóricos, que representam perspectivas *à priori*, sendo essas, também, interpretações de caráter pretensamente universais. A esses elementos, o cientista acrescenta as possibilidades da aplicação da tecnologia, que, se por um lado são ampliações da possibilidade da experiência sensível, por outro acabam por se constituírem, elas mesmas, em novos campos do saber. Além da técnica, o cientista elabora a interpretação do fenômeno ao qual se dedica a partir de modelos das mais diferentes naturezas. Tanto a tecnologia como os modelos acabam por se constituírem como intermediários entre o cientista e seu objeto ou seja, munido de conceitos e teorias, o cientista se utiliza da tecnologia e dos modelos para estabelecer um diálogo com o seu objeto, e assim o constrói ou reconstrói.

Neste capítulo, demonstramos a especificidade da Geologia em relação às ciências da Física e da Química, com suas similaridades e diferenças. Para isso foi preciso discutir a noção de complexidade, em função de sua importância para a Geologia e para a construção de seu conhecimento. Foi necessário, também, mostrar como se dá a elaboração do conhecimento dessa ciência na prática. Passaremos agora a estudar os elementos do pensamento de Bachelard que julgamos importantes para fundamentar a construção do conhecimento em Geologia.

## CAPÍTULO 2

### ASPECTOS PRINCIPAIS DA EPISTEMOLOGIA DE GASTON BACHELARD

Gaston Bachelard é um filósofo cuja obra se impôs como uma reflexão importante no contexto da filosofia das ciências do século XX, e que se tornou conhecido por sua contribuição no campo da epistemologia e também no campo da filosofia da imaginação. Neste capítulo vamos discutir alguns aspectos da epistemologia bachelardiana que julgamos importantes para fundamentar a construção do conhecimento em Geologia, detendo-nos principalmente nos conceitos que estão expostos na obra **Essai sur la connaissance approchée**, publicada em 1928, na qual Bachelard demonstra que o conhecimento científico se constrói por aproximações sucessivas em direção à verdade.

A epistemologia de Gaston Bachelard representa uma ruptura com o pensamento epistemológico francês do século XX, marcado fortemente, até então, pela perspectiva positivista de Augusto Comte<sup>24</sup>. Dois pontos fundamentais vão marcar profundamente o distanciamento de Bachelard em relação à perspectiva científica do positivismo. O primeiro diz respeito ao papel da História das Ciências, como um ramo do saber, na construção de uma Filosofia da Ciência. Enquanto, para os positivistas, a História das Ciências tem uma tarefa meramente descritiva dos processos evolutivos das aplicações do método científico, em Bachelard essa História vai assumir uma importância maior, na medida em que permite mostrar, a partir do presente, os valores científicos do passado, caracterizando as diversas formas da influência da subjetividade na ação do cientista. Para Bachelard, a Filosofia da

---

<sup>24</sup> “O positivismo afirma a unidade do método científico e seu primado como instrumento de construção do conhecimento. Em linhas gerais, o movimento é caracterizado pela confiança acrítica na estabilidade e crescimento sem obstáculos da ciência, e pela valorização da racionalidade humana, combatendo as concepções idealistas e espiritualistas da realidade. Augusto Comte (1798-1857) é o iniciador do positivismo

Ciência deve ser feita a partir da instrução da própria ciência, ou seja, deve ter como base o próprio fazer científico. É com base nessa análise da História da Ciência que vai surgir o outro ponto fundamental que separa essas duas linhas de pensamento, e que diz respeito à forma de progresso da ciência. Para a perspectiva positivista, a ciência progride de forma contínua e linear através do acúmulo de conhecimentos, enquanto para Bachelard esse mesmo progresso é considerado como descontínuo, dando-se através de rupturas. A ciência assume, então, um caráter dinâmico, fugindo do esquema indutivo e metodológico do positivismo, onde a verdade se dá pela adequação do pensamento à experiência. No pensamento de Bachelard, a ciência progride a partir de cortes e rupturas, alcançando a verdade por aproximações sucessivas.

Essa nova forma de analisar a ciência é tributária de uma ciência que começa a se constituir no final do século XIX e início do século XX. As transformações<sup>25</sup> por que passaram a Física e a Química nesse período são de grande magnitude, criando um panorama propício ao aparecimento de novas reflexões sobre a ciência. Formado nas tradições da Física e da Química, nosso autor vai se tornar importante na medida em que propôs novas formas de refletir sobre a atividade científica da época.

É justamente a intenção de refletir sobre a novidade da ciência que fez com que pudéssemos fundamentar a construção do conhecimento em Geologia a partir do pensamento epistemológico de Bachelard, nascido do contato com a Física e a Química. Neste capítulo apresentaremos os principais pontos de seu pensamento que, a nosso ver, permitem que se pense os fenômenos naturais para além do domínio da Física e da Química.

O capítulo está dividido em duas partes. Esta divisão se fundamenta no pensamento de Bachelard exposto no livro **Essai sur la connaissance approché**. Ao longo desse texto,

---

francês, e, em certo aspectos, o expoente mais representativo da orientação positivista do pensamento.” (REALE, G. & ANTISERI, D. *História da Filosofia*. Vol 3. São Paulo. Ed. Paulus, 1991. p. 297/298.)

<sup>25</sup> O século XIX e início do século XX é um período de grande avanço nas Ciências Naturais e na Matemática. Desse período datam teorias que forjaram novas posturas filosóficas, como o surgimento da Geometria Não-Euclidiana na Matemática, a crise do mecanicismo, a Mecânica Quântica, a Teoria da Relatividade na Física, e a Teoria da Evolução na Biologia.

Bachelard procura demonstrar que o conhecimento que temos do real é relativo à forma através da qual interagimos com ele. Sendo assim, como consequência da maneira de interagir com o real, uma ou mais de suas características vai se apresentar de forma mais clara ao sujeito. O texto apresenta o posicionamento epistemológico de Bachelard, ressaltando as etapas da construção do conhecimento de um objeto que se mostra ao sujeito com a característica descrita acima. Mas, além dessa perspectiva epistemológica, entendemos que Bachelard admite uma diversidade no próprio real, e, paralelamente à perspectiva epistemológica, Bachelard nos apresenta uma ontologia. Não pretendemos aqui levantar argumentos para defender a existência de um pensamento ontológico em Bachelard, tarefa que constituiria por si só um tema de pesquisa, nem consideramos o termo *ontologia*, necessariamente, no sentido da tradição filosófica<sup>26</sup>. Vamos, apenas, levantar aqui alguns pontos do que o próprio autor denomina *ontologia dispersa*, ou *fracionária*, pois acreditamos que tal aspecto contribui de forma significativa para a compreensão do seu pensamento epistemológico, que é nosso objetivo.

Na primeira parte do capítulo vamos definir e apresentar os aspectos que dizem respeito à ontologia dispersa. Na segunda examinaremos as questões centrais da epistemologia de Bachelard, que permitem, a nosso ver, discutir a fundamentação da construção do conhecimento em Geologia com base em seu pensamento, o que constitui o objetivo primordial de nosso trabalho.

---

<sup>26</sup> “A ontologia, por um lado, é concebida como ciência do ser em si, do ser último ou irreduzível, de um *primo ens* em que todos os demais consistem, ou seja, do qual todos os demais dependem. Neste caso, a ontologia é verdadeiramente metafísica, isto é, ciência da realidade. Por outro lado, a ontologia parece ter como missão a determinação daquilo em que os entes consistem e mesmo daquilo em que consiste o ser em si. Então, é uma ciência de essências, ou, uma teoria dos objetos” (MORA, J. F. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo, Ed. Martins Fontes, 1998. p. 528). Essa dupla definição engloba as diversas formas de abordagem sobre a ontologia na História da Filosofia. Para cada autor que se refere à ontologia, é necessário verificar sob que enfoque o faz. Segundo nossa interpretação, é com a segunda acepção, ou seja, como teoria do objeto, que Bachelard faz uso do termo. Um detalhamento sobre se há, e qual é a teoria do objeto em Bachelard, necessitaria uma pesquisa específica.

## 2.1 – Aspectos de ontologia dispersa

Queremos fundamentar nosso ponto de partida acerca da filosofia bachelardiana numa questão que julgamos central e que, a nosso ver, é um elemento importante para a compreensão do seu pensamento epistemológico. Nossa análise, neste item, conforme já afirmamos, está embasada no trabalho **Essai sur la connaissance approchée**<sup>27</sup>, publicado em 1928, do qual extrairemos alguns textos, considerados importantes, para fundamentar a análise que aqui empreendemos.

Nosso ponto de partida é o que denominamos, seguindo Bachelard, como ontologia, no contexto do citado livro. Ao longo desse texto, Bachelard menciona reiteradas vezes o termo ontologia, associando a ele os adjetivos dispersa e fracionária. Entendemos o uso, que faz Bachelard, do termo ontologia, como uma forma de se referir ao objeto, independente de sua relação com o sujeito. Mas esse objeto tem a característica de não se apresentar ao sujeito de forma global, nem tampouco estática. Esse real se apresenta de forma dispersa, como conseqüência da maneira como o abordamos, e se singulariza porque não é entendido como estático, e sim como dinâmico, como novidade. Nossa tarefa, agora, é fundamentar a importância que atribuímos ao termo ontologia em Bachelard, para poder melhor compreender sua proposta epistemológica.

A primeira tese de Bachelard que vamos ressaltar é a de que não há identidade entre ser e pensamento, ou seja, de que não é possível se apreender a totalidade do real a partir das estruturas cognitivas de que dispomos. *‘Como é pura impossibilidade cair, mesmo por acaso, no conhecimento exato de uma realidade, já que a coincidência entre pensamento e realidade é um verdadeiro monstro epistemológico*<sup>28</sup>, Bachelard afirma a impossibilidade da razão compreender a totalidade do objeto, como demonstra esta passagem:

*No plano do detalhe, Pensamento e Realidade aparecem como desligados e cabe dizer que, ao se afastar da ordem de grandeza em que pensamos, a*

---

<sup>27</sup> Para as citações do referido livro, foi utilizada a tradução de Estela dos Santos Abreu

<sup>28</sup> Bachelard, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Contraponto, 2004. p. 43-44.

*Realidade perde de certo modo sua solidez, constância e substância. Em suma, Realidade e Pensamento soçobram juntos no mesmo nada, no mesmo Érebo metafísico, filho do Caos e da Noite....*<sup>29</sup>

Vamos, então, buscar compreender os argumentos que fundamentam a asserção bachelardiana de que não há identidade entre ser e pensamento. Tal asserção se situa no contexto da relação sujeito e objeto, de um sujeito que pensa sobre um objeto. O que Bachelard nos diz é que esse pensamento não consegue apreender a totalidade desse objeto, ou seja, essa relação não se dá de forma completa.

Creemos que um ponto de grande importância para Bachelard está no que vamos denominar *bipartição* dos fenômenos. Entendemos por *bipartição* do fenômeno o fato de que, para Bachelard, segundo nossa interpretação, o mesmo é resultado, por um lado, de causas universais e necessárias, e, por outro, de causas históricas e contingentes. Essa *bipartição*, que podemos inicialmente nomear de *componentes geral e particular* da causação do fenômeno, vai, ao longo do texto, assumindo outras nomenclaturas, como, por exemplo, *racional e irracional, necessário e contingente, essencial e minucioso*.

Uma passagem que julgamos importante para demonstrar, na perspectiva epistemológica, essa *bipartição* do fenômeno é quando, discutindo sobre a etapa de verificação, Bachelard afirma:

*A verificação é, no início, uma distinção entre o eu e o não-eu, apenas a posição de uma objetividade diante de um pensamento; ou, em outros termos, é preciso verificar, antes de tudo, que a idéia que tende ao real não é a pura produção de um espírito individual. A verificação física é precedida de uma verificação metafísica. Depois vem a imposição das categorias que o geral verifica. É desse modo que o conhecimento, em suas duas tarefas, se segmenta e se organiza. Mas o conhecimento sistemático,*

---

<sup>29</sup> Ibidem, p.258.

*embora seja distribuído num conjunto orgânico de categorias, logo revela seu caráter artificial. Já que é possível retomar os termos em diferentes níveis, temos a prova de que a primeira informação é um mero ponto de vista. Percebe-se que a tarefa de aprimoramento permanece aberta. O conhecimento, em termos absolutos, é portanto marcado por um fracasso irremediável. Mas o ritmo de seu aprimoramento é um prelúdio ao real. A realidade é o polo da verificação aproximada, é, em essência, o limite de um processo de conhecimento...*<sup>30</sup>.

Essa passagem representa um alerta para as duas tarefas do conhecimento, a do geral e o do particular, apontando para uma epistemologia que não deverá atentar apenas para o caráter geral, mas também para a tarefa do detalhamento.

Poderíamos argumentar que a *bipartição* é meramente uma questão epistemológica, uma vez que ela se dá no momento da apreensão do objeto pelo sujeito, ou seja, ela se dá no contexto da relação sujeito e objeto. Mas, a nosso ver, o pensamento de Bachelard vai mais longe, situando essa dicotomia no próprio real, como podemos ver na passagem que se segue:

*...esse “mais ou menos” tem um valor positivo. De fato, a primeira característica do real é a sua permanência, e é graças a essa permanência que o reconhecemos. Mas, num segundo exame, parece que esse “mais ou menos” é que se torna o segundo sinal, assim mesmo indispensável, da realidade... Mas, se a coincidência entre idéia e fato fosse perfeita, se a verificação ocorresse com êxito em todas as suas partes, em toda a sua extensão, encontraríamos outra dificuldade. Parece que então teríamos dificuldade em sair da “alucinação”. A percepção é uma alucinação verdadeira porque é uma alucinação móvel, retificada em seus detalhes.*<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup> Ibidem, p. 278.

<sup>31</sup> Ibidem, p. 277.

Essa afirmação mostra que o “*mais ou menos*” é indispensável à realidade, e que a permanência é uma característica do objeto que é analisado num primeiro exame, de forma imediata. Num segundo exame, Bachelard vai apontar a importância do detalhe, da minúcia, ou seja, vai valorizar os fatores que fazem com que o objeto se mostre como novidade, como mudança. Concluímos que, ao considerar o real desta forma, como permanência e mudança, Bachelard assume uma posição em relação ao objeto, e, neste sentido, a *bipartição* pode ser entendida não só no contexto epistemológico, mas também no contexto ontológico.

Podemos, para reforçar nossa argumentação, demonstrar uma passagem de Dominique Lecourt, um dos importantes comentadores da obra de Bachelard, onde ele afirma a importância da ontologia no pensamento de nosso filósofo. Segundo Lecourt, Bachelard quer demonstrar que a ontologia dos filósofos é diferente da ontologia científica, e essa diferença é causadora da incapacidade da filosofia da ciência em explicar a novidade da ciência contemporânea. Vejamos:

*...Como notamos, a ciência usa os mesmos termos da filosofia, termos esses que são carregados de ontologia. Eles carregam um ser. O filósofo, quando lê um termo, tem a tendência de interpretá-lo como um ser; o pesquisador o interpreta como um conceito, onde o ser se resolve no sistema de relações onde ele se inscreve...*<sup>32</sup>

Voltamos a afirmar que não é nosso objetivo aqui discutir a existência de um pensamento ontológico em Bachelard. Conforme argumentamos, um projeto de tal natureza envolveria com certeza uma abrangência que foge ao escopo deste trabalho. O que chamamos atenção é para o fato de que Bachelard considera o real como permanência e mudança. O sujeito, ao entrar em contato com esse real, o faz a partir de algum método que não poderá, seguindo nosso raciocínio, apreender o objeto como totalidade. Isso autoriza

---

<sup>32</sup> Lecourt, D. *L'epistemologie Historique de Gaston Bachelard*. Librairie Philosophique J. Vrin, 1969. p.23 – ‘Comme nous l’avons noté, les sciences jouent les *mêmes mots* que la philosophie; or, ces mots, écrit Bachelard dans sa Thèse, sont naturellement chargés d’ontologie. Ils charrient de l’être. Tout semble se jouer

Bachelard a defender que o objeto se mostra ao sujeito como aparência, como demonstra esta passagem:

*...o que se mede existe e é conhecido na proporção em que a medida é precisa. Essa dupla afirmação condensa toda a ontologia científica e toda a epistemologia do físico... Essa ontologia científica deve sua solidez à pobreza de seu princípio... Quando se aceita um objeto revestido de qualidades múltiplas, chega-se rapidamente à noção de aparência<sup>33</sup>, pois ele não é mais inventariado pelo espírito... .<sup>34</sup>*

Partimos, então, da asserção da não identidade entre ser e pensamento, definimos a noção de bipartição dos fenômenos entre causas universais e contingentes, dentro do contexto epistemológico, para chegar na argumentação, que entendemos como ontológica, de que, para Bachelard, o real é permanência e mudança. Bachelard finaliza essa passagem apontando de que forma esse fenômeno se relaciona com o sujeito. Se o objeto não se mostra ao sujeito como totalidade, cada método do sujeito para abordar o objeto vai revelar este objeto sob outro ângulo, vai fazer aparecer uma ou mais de suas características, o que autoriza, a nosso ver, Bachelard falar de aparência e de multiplicidade.

Voltando ao contexto epistemológico, Bachelard vai garantir que, apesar de atribuir uma influência ao irracional, o real não é composto apenas de irracionais, de detalhes, de “*mais ou menos*” e de minúcias, mas apresenta, também, um caráter geral, que permite ao sujeito se aproximar do objeto e construir um conhecimento, como demonstra a passagem:

*Em compensação, a diversidade absoluta do caos não poderia receber a ocasião de nenhuma ação nem, por conseguinte, de nenhum pensamento.*

---

ici: le philosophe lorsqu'il lit un mot a tendance à y voir un *être*; le savant y voit un *concept* dont tout l'être se résoud dans les systèmes des *relations* où il s'inscrit.' (grifos do autor)

<sup>33</sup> Aparência, segundo nossa interpretação, tem o sentido da manifestação de uma característica do objeto, e não da totalidade do mesmo. 'Aparência significa "aspecto que oferece uma coisa quando se deixa ver, se manifesta".' (MORA, J. F. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo, Ed. Martins Fontes, 1998, pg 34)

<sup>34</sup>Bachelard, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Contraponto, 2004. p. 55-56.

*O “dado” não pode ser apresentado em bloco, por oposição inicial ao pensamento, porque então ele seria dado sem características.*<sup>35</sup>

Assim, para Bachelard, o fenômeno contém, de um lado, irracionais, mas, de outro não pode ser considerado somente como irracional, pois é passível de ser conhecido. Esse conhecimento, entretanto, deve ser mutável e plural, para que possa captar o devir, a mudança que faz parte do ser do fenômeno, como mostra esta passagem:

*...devemos aceitar uma ordem na existência dos atributos. O ser em si seria apenas uma espécie de ponto imaginário em torno do qual se ordenariam qualidades nitidamente estratificadas, em correspondência com um verdadeiro descontínuo instrumental. Quem vive nos laboratórios não se contenta com uma ontologia geral. O ser-aí se apresenta sob camadas concêntricas que o experimento retira uma a uma. Tal pluralismo não é apenas de ordem qualitativa. É mais íntimo ainda: reina sobre a própria quantidade.*<sup>36</sup>

Nesta passagem se consolida a relação entre uma ontologia que valoriza a mudança e o devir, em paralelo à permanência, e uma epistemologia que deve valorizar a ação. Pelo lado ontológico, Bachelard admite um ser em si, que não pode ser apreendido em sua totalidade. O objeto se mostra ao sujeito de forma parcial, em destaques concêntricos, fruto da forma como é abordado, característica principal, a nosso ver, da relação sujeito x objeto em Bachelard. Para conhecermos este ser deveremos ser capazes de abordá-lo de várias formas, numa tarefa de aproximação.

Devemos, agora, analisar algumas conseqüências epistemológicas do que denominamos *bipartição* do fenômeno, que, como definimos, se deve ao fato do fenômeno ser resultado de causas necessárias e contingentes. Avançaremos a discussão sobre a *bipartição* do fenômeno para empreender uma visão mais aprofundada acerca das formas

---

<sup>35</sup> Ibidem, p. 278.

<sup>36</sup> Ibidem, p. 78.

através das quais o fenômeno aparece para o sujeito no pensamento bachelardiano. Para Bachelard, como já afirmamos, a apreensão do objeto não pode ser pensada de forma isolada dos mecanismos que usamos para o apreender. Nesse sentido, o sujeito, ao entrar em contato com o objeto, o faz numa determinada ordem de grandeza, diante da qual sua análise se desenvolve. Entretanto, ao mudar de ordem de grandeza, como por exemplo, ao analisar o infinitamente pequeno, os elementos de análise, a observação e a indução das leis da ordem de grandeza anterior têm que ser repensadas, pois a mudança de escala nos introduz numa rede de causalidades distinta. Esse mundo novo anuncia relações complexas, pois variáveis presentes na análise em uma escala qualquer, como por exemplo a escala da microfísica, podem demandar novas formas de conhecimento daquelas necessárias à compreensão do fenômeno na escala superior. Ou seja, ‘... a realidade parece ser que as leis que funcionam na nossa escala, não funcionam na pequena escala...’, pois ‘... a cada ordem de grandeza corresponde uma física e talvez uma lógica.’<sup>37</sup>. Concluímos, então, que a *bipartição* dos fenômenos mencionada é solidária das condições de sua apreensão pelo sujeito, manifestando-se de forma distinta nas diferentes escalas de interação com os fenômenos.

Se, de um lado, a ordem de grandeza influencia fortemente na apreensão do real, mostrando a diversidade deste real e lançando novos desafios ao conhecimento, argumentamos que o mesmo se dá na forma de apreensão do objeto pelo sujeito. Ao entrarmos em contato com o objeto, ele nos aparece de imediato como matéria, e suas propriedades são apreendidas imediatamente de forma qualitativa. Somente num segundo momento é que as propriedades dessa matéria, e as relações entre elas, vão ser submetidas à uma análise quantitativa. Bachelard mostra essa antecendência do qualitativo quando afirma, ao falar da sensação, que ‘essa característica primordial parece ser a ordem qualitativa...’<sup>38</sup> e ainda quando diz ‘...vê-se ... no primeiro contato com a noção de espaço, um verdadeiro conhecimento qualitativo da extensão. Há uma extensão - qualidade anterior a uma extensão – quantidade na sensação primitiva do espaço...’<sup>39</sup>. Não se trata aqui de estabelecer diferenças entre a abordagem qualitativa e quantitativa, mas afirmar o

---

<sup>37</sup> Ibidem , p. 110.

<sup>38</sup> Ibidem, p. 33.

<sup>39</sup> Ibidem, p. 54.

fato de que, em ambas as formas de apreensão, podemos encontrar os aspectos gerais e particulares de um dado fenômeno. Logo, a exemplo de que ocorre em relação às ordens de grandeza, a *bipartição* do necessário e do contingente aparece, também, na forma de apreensão, pelo sujeito, das propriedades e suas relações, sejam elas qualitativas ou quantitativas.

O aspecto dicotômico da *bipartição* do fenômeno, que divide o real em elementos gerais e particulares, tem como conseqüências problemas clássicos da epistemologia. A repetição de experiências, por exemplo, coloca-se como algo inatingível, pois ‘...talvez encontrássemos um senso prático para a nossa premissa maior que estabelece que um mesmo fenômeno se reproduz necessariamente quando as mesmas condições se apresentam. Mas isso é esquecer a verdadeira natureza do indiscernível.’<sup>40</sup>. Um outro ponto relevante que é uma conseqüência desse caráter dicotômico do fenômeno, é o fato de que o detalhe passa a ter uma grande importância, como demonstra o texto que se segue:

*Do nosso ponto de vista, portanto, o detalhe é um signo do que é objetivo...O detalhe, como a curva, manifesta a presença do irracional, de uma dimensão a que nossa razão não pode aceder, mas que ela presume e deve pressentir quando examina as anomalias de seu próprio domínio...<sup>41</sup>.*

A importância, atribuída por Bachelard, à irracionalidade na composição do fenômeno, irracionalidade essa que aparece no momento da apreensão do objeto pelo sujeito, vai demandar ao sujeito um alargamento da razão, uma vez que essa irracionalidade vai se manifestar como surpresa, dado que é algo inesperado para o sujeito, ou seja, trata-se de um comportamento novo do objeto. Como lemos na passagem, o detalhe vai revelar a contingência como causa do fenômeno, e daí sua irracionalidade. Essa surpresa, reflexo da contingência, vai mostrar que o conhecimento que temos do objeto terá que ser retificado, pois já não é capaz de explicar essa irracionalidade. Como conseqüência desta

---

<sup>40</sup> Ibidem, p. 133.

<sup>41</sup> Ibidem, p. 276.

irracionalidade, Bachelard argumenta que será necessário que a razão se abra para conhecer o objeto. Vejamos:

*...Como é pura impossibilidade cair, mesmo por acaso, no conhecimento exato de uma realidade,..., é indispensável que o espírito se mobilize para refletir as diversas multiplicidades que qualificam o fenômeno...É preciso sobretudo que o espírito esteja sempre consciente dos limites que impedem o desenvolvimento qualitativo ou quantitativo do fenômeno.’<sup>42</sup>*

O texto citado mostra que, para Bachelard, é necessário que o espírito se modifique, e que a razão se torne aberta, numa tentativa de preencher a relação sujeito e objeto que, como vimos, não é completa. O aspecto irracional do fenômeno aparece, também, na medição, da qual Bachelard afirma: ‘...a medida, seja qual for a descrição que ela ofereça, não esgota a diversidade do objeto... Existem até certas qualidades que se recusam à medida...’<sup>43</sup>. A medição, antes considerada como garantia do conhecimento, mostra, também, que é necessária a dinâmica do espírito, e a abertura da razão.

Uma outra consequência importante da adoção, por Bachelard, de uma perspectiva dicotômica do fenômeno, nos leva a um ponto de grande interesse com as discussões levantadas no capítulo anterior, e que se referem à noção de complexidade. Vimos, ainda que resumidamente, na trajetória do pensamento de Bachelard, o aparecimento do detalhe como fator importante. A evolução do papel do detalhe em sua reflexão levou-o a postular o complexo como elemento intrínseco do real, tema em que nos deteremos agora.

Para mostrar que, para Bachelard, o complexo é um elemento do real, e que em alguns fenômenos, pequenas variáveis podem ter grandes efeitos, citaremos duas passagens: ‘Pequenas divergências podem indicar uma complexidade qualitativa. A precisão torna-se então um verdadeiro método de descoberta...’<sup>44</sup> e também, ‘Não existe nada tão difícil de analisar quanto fenômenos que podem ser conhecidos em duas

---

<sup>42</sup> Bachelard, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Contraponto, 2004. p. 45-46.

<sup>43</sup> *Ibidem*, p.58.

<sup>44</sup> *Ibidem*, p. 97.

*diferentes ordens de grandeza.*<sup>45</sup>. Vemos aqui retomadas as questões da multiplicidade das variáveis e dos atributos, e das relações entre eles na formação dos fenômenos. Aparece também a influência do fator ordem de grandeza. Tais elementos realçam a complexidade dos fenômenos.

Outro ponto fundamental é estabelecer a relação entre a primeira observação acima (ver nota 44) com as definições de sistema complexo aceitas no domínio da ciência, conforme comentado no primeiro capítulo<sup>46</sup>. Vemos aí Bachelard chamar a atenção para o fato de que pequenas variáveis podem ter grandes efeitos. Conforme afirma Bachelard,

*‘...quando medíamos, podíamos desprezar termos de pequena ordem de grandeza porque a medição é uma descrição quantitativa e um termo pequeno não pode interferir matematicamente em um termo de ordem de grandeza maior....Mas a lei física deve assegurar-se de que o elemento quantitativo desprezado não é indício de uma qualidade importante que, por conseguinte, deveria constar em nosso resumo.’<sup>47</sup>.*

Ou seja, reclama-se nessas observações a importância de cada elemento do real, e do potencial que ele teria no resultado final de um processo qualquer, na medida em que não podemos, à princípio, descartar a possibilidade de que sua influência venha a ser importante. Assim, a sensibilidade do desenvolvimento do fenômeno à pequenas variações nas condições de sua ocorrência, e a importância da compreensão dessa sensibilidade nos sistemas físicos complexos e até caóticos, tão discutidas atualmente no meio científico, conforme chamamos atenção no capítulo anterior, encontram uma fundamentação na atribuição, por Bachelard, da importância ao detalhe e à minúcia na constituição dos

---

<sup>45</sup> Ibidem, p. 97.

<sup>46</sup> Repetimos aqui a passagem do capítulo 2 em que definimos os sistemas complexos, para mostrar sua adequação ao pensamento de Bachelard. “Um sistema pode ser linear, quando o seu conjunto se comporta como uma superposição das suas partes, e ele pode ser dividido e estudado separadamente, de forma analítica, sendo sintetizado ao final. Mas quando um sistema não pode ser reduzido à soma de suas partes, devido ao fato de elas se influenciarem mutuamente, esse sistema é dito complexo. Nesses sistemas, pequenas alterações em suas partes constituintes influenciam a configuração das demais, gerando um comportamento dito complexo.”

<sup>47</sup> Bachelard, G. Op. cit., p. 97.

fenômenos. Vemos, no pensamento de Bachelard, a complexidade aparecer em toda a sua capacidade de gerar diversidade e multiplicidade.

Mas se o complexo assume tal importância, qual o papel, então, da simplicidade? Para Bachelard, a simplicidade está ligada mais ao caráter epistemológico, e representa uma demanda do sujeito. Não se trata de negar toda e qualquer simplicidade ao real, uma vez que, como vimos, o caráter geral também tem uma raiz no real, sem o qual não seria possível qualquer compreensão do mesmo. A questão epistemológica tem aí precedência, e a simplicidade guarda relação com a subjetividade, como podemos ver na passagem ,

*...o cientista, também professor, prefere aumentar seu saber pela retificação de uma experiência esquemática que já não se faz, a situar-se sem hipótese diante da experiência refinada. A simplicidade corresponderia assim a uma espécie de evidência inteiramente subjetiva...Se fosse esse o nosso assunto, talvez demonstrássemos que a simplicidade é o único argumento intelectual da crença. A crença nega a redução mútua de seus diversos domínios; contenta-se com uma simplicidade dispersa, mas por isso mesmo imediata...<sup>48</sup>.*

Essa associação entre simplicidade e subjetividade se torna ainda mais profunda, quando vemos que Bachelard vai inserí-la numa espécie de desejo do espírito, pois, citando Wilbois, ele concorda que ‘... quando aprofundamos a idéia de simplicidade encontramos (...) nela a espontaneidade do espírito.’, e afirma também que ‘a simplicidade não é portanto um estado de coisas. É um estado da alma. Não se acredita porque é simples, é simples porque se acredita. A crença é uma suspensão da dialética natural do espírito...’<sup>49</sup>.

Em virtude de tal associação, podemos pensar a dicotomia entre o simples e o complexo associando-a à dicotomia entre sujeito e objeto. Vemos nitidamente que, sem negar explicitamente a simplicidade ao real, Bachelard vai relacioná-lo a um caráter

---

<sup>48</sup> Ibidem, p.102.

<sup>49</sup> Ibidem, p. 102.

subjetivo. O sujeito vai construir um conhecimento numa ordem de grandeza em que seja capaz de lhe dar solidez. Em contrapartida, o real, quando analisado numa riqueza de ordens de grandeza e na multiplicidade de suas variáveis, se apresenta ao sujeito de forma fragmentária, dispersa, múltipla e complexa.

Para resumir o que vimos até aqui, podemos dizer que a fundamentação de Bachelard para a asserção de que não há identidade entre ser e pensamento se constrói a partir de uma visão do real como *bipartido*, para o qual contribuem elementos gerais e particulares. Ao interagirmos com esse real, ele nos aparece como constituído de elementos racionais e irracionais, necessários e contingentes. Para além dessa perspectiva epistemológica da *bipartição* do fenômeno, que surge na interação do sujeito com o objeto, compreendemos que essa *bipartição* tem raízes no próprio real, acreditando, portanto, que o pensamento epistemológico de Bachelard se faz acompanhar também de uma perspectiva ontológica. O fenômeno, o real, para Bachelard, é permanência, mas é, também, mudança, devir. O real se mostra ao sujeito como aparência, exigindo uma multiplicidade de métodos. Ressaltamos, também, que os elementos racionais e irracionais têm uma mobilidade, seja na ordem de grandeza ou mesmo na forma de apreensão do fenômeno. Mostramos que essa forma dicotômica do fenômeno, com uma valorização do detalhe, tem conseqüências epistemológicas importantes, como a impossibilidade da repetição de experiências, e a necessidade da abertura da razão para tentar suprir a impossibilidade da apreensão total do objeto. Outra conseqüência importante é a atribuição da complexidade como elemento do real, e a simplicidade como um atributo do espírito, do sujeito.

Foi nosso objetivo nesta etapa do trabalho mostrar a visão do real composto de elementos necessários e contingentes, onde o detalhe assume grande importância, pois é a partir dela que poderemos não só compreender melhor o pensamento epistemológico de Bachelard, do qual trataremos a seguir, mas, também, fundamentar, a partir da epistemologia bachelardiana, a prática da Geologia. Não quisemos aqui discutir o caráter de ineditismo de Bachelard quanto ao pensamento dos sistemas complexos, tema que necessitaria de uma pesquisa específica, mas apenas chamar a atenção para dois aspectos que julgamos fundamentais. Acreditamos, em primeiro lugar, encontrar na valorização

bachelardiana do detalhe e do contingente, elementos do moderno pensamento sobre sistemas complexos, e, não menos importante, o fato de que dessa perspectiva, que julgamos ontológica, surge uma forma de construção epistemológica. Tudo isso vem ao encontro do nosso objetivo que é, partindo das características do objeto, discutir as suas necessidades epistemológicas.

## 2.2 – A construção do conhecimento em Bachelard

Neste item vamos apresentar elementos do pensamento epistemológico de Bachelard, procurando focar em dois aspectos. O primeiro, que iremos denominar *movimento do conhecimento*, pode ser compreendido como as etapas que o sujeito cumpre na construção do conhecimento, que, como vimos, vai se dar de forma aproximada. Esse *movimento* tem forma eminentemente dialética<sup>50</sup>, pois, através dele, os elementos racionais do sujeito são confrontados com o domínio da experiência do pólo do objeto, num contínuo processo de aperfeiçoamento. De forma resumida, pode-se dizer que esse movimento se inicia com o conhecimento primeiro, fruto da primeira elaboração racional, como veremos a seguir, e se depara com o real através da constituição da experiência. No encontro razão e experiência, se dá a verificação, na qual ser e pensamento são confrontados, conforme demonstrado no item anterior. Em função da não identidade entre ser e pensamento é que se dá o erro, cujo papel vai ser o de suscitar a retificação. Essa retificação, por sua vez, visa o aprofundamento do conhecimento, a valorização do detalhamento, e a geração de uma segunda racionalização do fenômeno, recomeçando novamente o processo de aproximação proposto por Bachelard.

---

<sup>50</sup> A noção de dialética no pensamento de Bachelard não tem o mesmo sentido que na filosofia de Hegel, em que os elementos da tese e da antítese se aniquilam para gerar uma nova síntese. Em Bachelard, quando o termo é aplicado ao contexto do racionalismo e da construção do conhecimento, não há **necessidade** da aniquilação do conhecimento antigo, mas o confronto razão experiência reforma e amplia o conhecimento antigo na geração do conhecimento novo. “O racionalismo bachelardiano é um racionalismo dialético no sentido em que vai polemizar suas noções de base, mostrando a *complicação* e a riqueza de seus conceitos – antes tomados como simples e absolutos – e admitindo a possibilidade da razão se ramificar em várias direções, sem que isso abale a verdade de seus conhecimentos” (BULCÃO, M. O Racionalismo da Ciência Contemporânea. Londrina: UEL, 1999. p. 87)

O segundo aspecto que pretendemos abordar é o destaque que assume a experiência no pensamento epistemológico de Bachelard. Analisaremos esse conceito visando demonstrar que ele é de fundamental importância na dinâmica do processo de construção do conhecimento, ou seja, no que denominamos *movimento do conhecimento*.

A construção do conhecimento, proposta por Bachelard, pode, como dissemos, ser descrita como aproximada na medida em que o espírito, intencionalmente, se aproxima do objeto por retificações sucessivas, como iremos ver com mais detalhes adiante. É necessário, entretanto, compreender a ligação entre o objeto e o labor epistemológico, entre o domínio do objeto e do sujeito. Se nosso objeto não pode ser apreendido globalmente pelo pensamento, se o real se mostra, também, sob influência do irracional, devemos, então, compreender que o seu conhecimento não pode se dar de forma imediata, completa, global, ou seja, seu conhecimento não poderá esgotar a pluralidade do fenômeno. Sendo assim, um conhecimento que pretende apreender esse objeto deverá ser necessariamente provisório, pronto a ser reformado, o que, para Bachelard, se traduz por um conhecimento construído por via de aproximações e retificações.

O real vai, então, ser apreendido de forma aproximada, e podemos pensar que seu conhecimento total é uma quimera do espírito, uma vez que o conhecimento não atinge jamais seu fim. '*O ato de conhecimento não é um ato pleno...*'<sup>51</sup>. Ao negar o conhecimento em sua totalidade, Bachelard está, na verdade, afirmando mais uma vez que o conhecimento do sujeito não tem o poder de representar a pluralidade do real, conforme já demonstramos.

Se, conforme já mostramos, Bachelard pensa o fenômeno como submetido à causas necessárias e contingentes, o conhecimento dele terá que ter aspectos universais e singulares. Para atingir tal objetivo, Bachelard propõe o conhecimento aproximativo como um método a ser seguido para atingir à singularidade do fenômeno sobre a sua generalidade, ou seja, seu método pretende estudar adequadamente o fenômeno que, como vimos, é *bipartido*. Bachelard exalta, então, o valor do conhecimento que '*...como*

---

<sup>51</sup> Bachelard, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Contraponto, 2004. p. 17.

*aproximação poderá seguir o fenômeno até em sua individualidade e em seu movimento próprio. Pode aspirar, pelo menos, a transcender a generalidade.*<sup>52</sup>. Como se pode ver, essa passagem demonstra que o conhecimento por aproximação tem a função de superar o conhecimento em generalidade, preocupando-se com a singularidade e individualidade do fenômeno, naquilo que ele tem de específico.

A construção do conhecimento, inicia-se, para Bachelard, a partir do sujeito, e essa construção representa uma conquista, um salto no desconhecido provocado por uma necessidade elementar de novidade, ou seja, é um movimento do sujeito em direção à conquista do novo, do diferente, pois, para Bachelard, *'...a retificação traduz a necessidade de novidade, de criação, que é sem dúvida uma necessidade espiritual não menos essencial que a assimilação'*<sup>53</sup>. Mais à frente, ao falar do aspecto intencional do conhecimento, Bachelard refere-se novamente ao papel do espírito, pois no detalhe, *'... em seu exame, encontra-se como elemento afetivo o mero prazer da curiosidade. Esse sentimento é o mínimo de afetividade necessário para dar impulso à energia nervosa do conhecimento...'*<sup>54</sup>, e, como consequência, *'...há progresso porque há esforço, porque a força quer expandir-se, dominar o fato, completando-o.'*<sup>55</sup>. Como se pode ver, tais passagens afirmam um caráter ativo, intencional, um movimento do sujeito em direção ao objeto, que se manifestará, como veremos, através da ação desse sujeito. Contudo, esse salto do sujeito não é um vôo cego. Pelo contrário, o conhecimento deve representar, para o sujeito, um elemento de segurança, um domínio que visa garantir o espírito contra a novidade da natureza, na medida em que este a domina pela racionalidade.

O sujeito, movido pela intenção de conhecer, vai abordar o objeto a partir de uma primeira racionalização, ou seja, um esquema, que pode ser considerado como um primeiro momento do ato de conhecer, uma espécie de início do movimento do espírito. Essa organização primeira, que aqui chamamos de esquematismo, nos aparece na forma de abstrações, conceitos, generalizações, leis, sistemas e teorias, utilizando a lógica como o

---

<sup>52</sup> Ibidem, p.32.

<sup>53</sup> Ibidem, p.27-28.

<sup>54</sup> Bachelard, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Contraponto, 2004. p. 248-249.

<sup>55</sup> Ibidem, p. 290.

pressuposto da estruturação do pensamento. Nesse primeiro momento há sempre uma preocupação primordial em produzir um conhecimento numa escala em que se mostre seguro, colocando o sujeito ao abrigo das surpresas do fenômeno, que surgem quando se analisa em uma outra escala. Além disso, a potencialidade do esquematismo está em sua capacidade de tornar o conhecimento generalizável e portanto, conferir-lhe um caráter de universalidade. A generalização tem o poder de nos fornecer clareza e comodidade.

Ao se referir ao esquematismo Bachelard nos diz que *‘em nenhum momento o conhecimento fica sem sistema...’*<sup>56</sup>. Entretanto, veremos que esse esquematismo será insuficiente para dar conta da totalidade do conhecimento, e Bachelard vai criticar os elementos que compõem a primeira aproximação, quando afirma que *‘... a primeira abstração se afastou do fenômeno...’*<sup>57</sup>, estabelecendo uma origem subjetiva do conceito. O conceito é visto, por Bachelard, como uma construção do espírito que pretende dar forma e enquadrar o fenômeno. *‘O conceito é, de fato, uma suspensão da análise, um verdadeiro decreto pelo qual se enumeram as características que são dadas como suficientes para reconhecer um objeto...’*<sup>58</sup>. Mas essa conceituação é, para nosso autor, algo inatingível, cujo fracasso se dá em função da diversidade do real, e portanto o valor do conceito vai residir na sua confrontação com a realidade, que permitirá a sua posterior retificação. Portanto *‘...empregar o conceito é precisamente fazê-lo intervir numa experiência nova...’*<sup>59</sup>, uma vez que *‘...os conceitos que resumem experiências anteriores nem sempre podem, sem deformação, cooperar para o novo conhecimento...’*<sup>60</sup>.

Essa limitação do conhecimento esquemático é válida também para as leis, na medida em que são capazes de explicar apenas o caráter geral do fenômeno. Já vimos que a aplicabilidade das leis vai se dar no domínio de uma ordem de grandeza, sem que possamos aplicá-la indiscriminadamente, e vemos também, que *‘mantêm-se porém essas leis como experiências conceptualizadas em que o pormenor é tomado como acidente...’*<sup>61</sup>, e é apenas

---

<sup>56</sup> Ibidem, p. 16.

<sup>57</sup> Ibidem, p. 14.

<sup>58</sup> Bachelard, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Contraponto, 2004. p. 27.

<sup>59</sup> Ibidem, p.31.

<sup>60</sup> Ibidem, p.28.

<sup>61</sup> Ibidem, p.96.

na retificação da lei que podemos contar com a aproximação do real, pois ‘...para apagar a divergência entre a lei a priori e a experiência, é portanto preciso complicar essa lei, afastá-la nitidamente das sugestões do senso comum.’<sup>62</sup>.

Se pensamos nos conceitos e nas leis como elementos incapazes de explicar a totalidade do real, vemos que, para Bachelard, essa incapacidade está presente também na lógica, geradora dos conceitos e das leis. A generalização se beneficiará da lógica, na medida em que ‘...o idêntico só é possível no lógico, no construído, e nunca no dado.’<sup>63</sup>, e portanto ‘...a lógica basta para resolver um problema físico, por mais elaborados que sejam os termos sobre os quais ela trabalha. Em particular, cabe afinal à experiência verificar os graus de uma combinação’<sup>64</sup>. Essa crítica ao idêntico, quando aplicada aos problemas físicos, fundamenta-se na importância do detalhe, que aponta para a singularidade dos fenômenos, na medida em que fenômenos singulares não podem ser idênticos, mas, apenas, semelhantes.

Como demonstramos, o esquematismo, segundo Bachelard, é uma primeira forma de construir um conhecimento que, em função da diversidade do real, deverá necessariamente ser reformado. Sendo assim, as formas de apreensão imediata do fenômeno, e as relações entre suas variáveis vão ser também questionadas por Bachelard, uma vez que, a elas, estarão ligados os signos subjetivos da tendência à sistematização e à simplificação. Como demonstração da tendência à simplificação, Bachelard afirma que ‘...num primeiro esforço teórico, o espírito pensa, como meio de ligação entre dois desenvolvimentos paralelos, no “proporcional”. Em sua primeira busca, a experiência encontra no real o “linear”.’<sup>65</sup>. Constata-se aqui uma espécie de imposição subjetiva de simplicidade, um esforço do espírito no sentido de procurar uma esquematização rápida e eficiente para tornar o conhecimento seguro e garantido, que fica explicitamente demonstrado nas passagens abaixo, quando Bachelard se refere à preferência pela proporcionalidade e linearidade na definição do tipo de relação entre variáveis: ‘...em

---

<sup>62</sup> Ibidem, p.99.

<sup>63</sup> Ibidem, p.132.

<sup>64</sup> Ibidem, p.61.

<sup>65</sup> Ibidem, p.107.

*relação ao proporcional, não temos nada melhor a supor porque não temos nada mais simples...'*<sup>66</sup> e *'..na observação do real, o espírito encontra o linear...'*<sup>67</sup>.

Em relação ao esquematismo, concluímos que, se de um lado Bachelard admite sua importância, já que esse é um primeiro movimento do espírito que quer conhecer, de outro ele reconhece a incapacidade de tal procedimento em aprofundar o conhecimento em direção à diversidade presente nos fenômenos. Para Bachelard, segundo nossa interpretação, o esquematismo é o primeiro passo do que denominamos *movimento do conhecimento*, sendo tarefa do cientista a reforma desse esquematismo primeiro, a geração de novos esquematismos que englobem a diversidade do fenômeno que surge no campo da experiência.

O esquema primeiro do sujeito, que vimos Bachelard criticar, deve, então, ser confrontado com a experiência, com o mundo, com o fenômeno real, pois é no domínio da experiência que se dará a etapa da verificação, a adequação entre pensamento, produtor do conhecimento primeiro, e o real.

Sendo assim, o vetor do conhecimento se instaura no sujeito e vai em direção ao objeto, ou seja, o sujeito vai à experiência no sentido de procurar a adequação entre o pensamento e o real, que representa a etapa de verificação. Esse encontro com o real, essa verificação, que, como vimos, se dá necessariamente no domínio da experiência, demanda do sujeito uma mobilidade, pois é na medida em que temos acesso à experiência, que nos deparamos com a insuficiência de nosso esquematismo, e podemos corrigí-lo.

Se, conforme Bachelard, o ajuste do pensamento ao real não existe de forma completa, podemos concluir que a verificação será também aproximada, e se reveste de uma importância fundamental, pois é ela que vai definir o caminho a ser seguido na retificação do conhecimento. Podemos conhecer melhor a noção bachelardiana de verificação na passagem abaixo:

---

<sup>66</sup> Ibidem, p.112-113.

<sup>67</sup> Ibidem, p.113.

*A verificação é, em todos os níveis, o instante decisivo do conhecimento da realidade. O mundo é “minha verificação”. Ou, em outras palavras, nossa única definição possível do Real tem de ser feita na linguagem da Verificação. Sob essa forma, a definição do Real nunca será perfeita, nunca estará concluída. Mas será tanto melhor, quanto mais diversas e minuciosas forem as verificações.* <sup>68</sup>.

Podemos, então, pensar a verificação como um momento em que a relação dinâmica entre sujeito e objeto na construção do conhecimento nos aparece mais clara, pois ao verificarmos é que encontramos o objeto, na medida em que ele não adere ao nosso pensamento. Essa não aderência se traduz, para Bachelard, na noção de erro<sup>69</sup>. Segundo nosso autor, é em função do erro que nos deparamos com a insuficiência do nosso esquema primeiro, e portanto, o erro adquire características positivas, uma vez que é a partir dele que podemos reformar o conhecimento anteriormente construído.

Tal erro estará necessariamente associado à nossa forma de conhecer o objeto, e será influenciado pelas ordens de grandeza, pela natureza qualitativa ou quantitativa das relações, e pela nossa capacidade de retificar o conhecimento visando reduzi-lo. O erro está, portanto, perfeitamente inserido no contexto de um conhecimento sempre provisório, pronto a ser reformado. Conforme Bachelard nos diz, ‘...essa epistemologia instrumental fracionada<sup>70</sup> não se apóia na sensibilidade absoluta de medidas... A prática da medida ensina um relativismo que leva em conta tanto a aberração das experiências quanto o “peso” do real examinado.’<sup>71</sup>. E, para dar importância ainda maior ao erro, o autor vai conceder-lhe uma certa autonomia, na medida em que nem todo erro pode ser conhecido,

---

<sup>68</sup> Ibidem, p.273.

<sup>69</sup> “Para a filosofia científica, o problema do erro é mais importante que o problema da verdade, pois é o erro, na perspectiva bachelardiana, que conduz ao conhecimento. Não há conhecimento seguro. O erro é propulsor do conhecimento, e as certezas se constituem em obstáculos epistemológicos” (BARBOSA, E. *Gaston Bachelard. O arauto da pós-modernidade*. Ed. EDUFBA, 1996. p. 113.)

<sup>70</sup> Entendemos epistemologia fracionada como a necessidade do conhecimento pluralizar os métodos de investigação para construir o conhecimento. Se o objeto não pode ser apreendido em sua totalidade, seu conhecimento se construirá de forma fracionária.

<sup>71</sup> Bachelard, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Contraponto, 2004. p.78.

como a confirmar a idéia de uma inadequação entre ser e pensamento, como nos diz nesta passagem:

*Mas chega o momento em que a retificação tem de atribuir um lugar ao erro. Ou seja, é inútil pretender racionalizar toda a aproximação, além das condições de seu desenvolvimento, em seus resultados. O erro tem nisso um papel que escapa à análise. É certo que se leva em conta racionalmente o erro, mas não se pode conhecê-lo. Assim, o cálculo do erro parece-nos o problema central em que o racional e o empírico interferem...<sup>72</sup>.*

O sujeito do conhecimento, ao se deparar com o erro, reflexo da impossibilidade de conhecer a totalidade do fenômeno, se vê diante da necessidade de retificar o conhecimento imediato. A primeira aproximação atendeu às condições de uma certa segurança do conhecimento, já que, como vimos, o conhecimento não é um salto no escuro. Como nos diz Bachelard, ‘...a primeira aproximação é aquela cuja segurança é, afinal, a mais sólida.’<sup>73</sup>. Entretanto essa primeira aproximação se depara com sua própria inadequação, demandando do sujeito uma retificação, ação essa ligada aos impulsos para o conhecimento que movem este sujeito.

Tal retificação tem, então, uma vertente no sujeito, e se mostra como uma das etapas do que denominamos *movimento do conhecimento*. ‘O fato conserva ... um tipo de liberdade que nos autoriza a falar de sua deformação...O conhecimento consiste precisamente em regular essa deformação de modo a transformá-la em retificação...’<sup>74</sup>. Vemos então a retificação como fazendo parte da relação sujeito e objeto, e é justamente através dela que se faz presente o jogo dialético do conhecimento, pois, ao se retificar, o conhecimento se diversifica em busca do real inatingível, do fenômeno plural e múltiplo, que não pode ser conhecido apenas em primeira aproximação. Como nos diz Bachelard, ‘...a retificação vai revelar sua importância. É em realidade a única ligação progressiva

---

<sup>72</sup> Ibidem, p.255.

<sup>73</sup> Ibidem, p.53.

<sup>74</sup> Ibidem, p.248.

*do pensamento, só ela analisa em detalhe a dinâmica do conhecimento...*<sup>75</sup>. Esse movimento dialético, operado pela retificação de um conhecimento anterior, mostra claramente, na passagem citada, um vetor no sujeito, cujo pensamento deve ser modificado de forma progressiva, em direção à uma aproximação da realidade. A retificação assume, então, um estatuto fundamental para Bachelard, como ele mesmo nos diz:

*...essa retificação tem uma raiz metafísica profunda: permite talvez estabelecer uma ligação entre o Espírito e a Realidade. Mais do que traduzir o verdadeiro processo intelectual, ela parece ligada à criação contínua que sustenta e aperfeiçoa sem cessar a Realidade.*<sup>76</sup>.

Vamos analisar, agora, como o espírito elabora esse conhecimento retificado. Conforme temos visto, o método de construção do conhecimento proposto por Bachelard se baseia em aproximações e retificações. O caminho da retificação, trilhado pelo espírito, é normalmente um aprofundamento do conhecimento, e veremos que esta etapa estará intimamente ligada ao detalhamento, à minúcia, ao singular e individual do fenômeno.

Já vimos que esse detalhe, essa minúcia de que fala Bachelard, está relacionada a algo de difícil predição, a uma certa irracionalidade, a um conjunto de aspectos do fenômeno que apresentam características de contingência. A característica dual do fenômeno, em que o geral e o particular aparecem com importância, é o que tivemos oportunidade de ver ressaltados no que se denominou de ontologia dispersa de Bachelard, ou seja, na sua descrição das diversas formas de aparecer do fenômeno.

É a surpresa ou novidade do objeto que o esquematismo não consegue explicar, demandando do espírito uma nova forma de abordagem. Bachelard atribui, então, um papel importante para a descrição na ciência, uma vez que essa descrição será responsável por produzir uma resenha do fenômeno no seu detalhe. Para se chegar ao detalhe, *'...para resistir à tendência de sistematizar, tão sedutora ao filósofo, devemos conferir todo o*

---

<sup>75</sup> Ibidem, p.250.

<sup>76</sup> Ibidem, p.290.

*sentido à descrição inicial e não esquecer que a descrição é a finalidade da ciência.*’, mas ‘...ao confiar no simples impulso da descrição, estamos fazendo com que o espírito humano aceite o sistema.’<sup>77</sup>. Analisando essas passagens, vemos uma demonstração do que denominamos o *movimento do conhecimento*, pois o antigo esquematismo suscita novas descrições do detalhe, que produzirão o avanço do conhecer, conforme podemos ler na citação abaixo:

*O espírito deixa de fato o a priori em que seus pontos de referência estavam claramente organizados para ligar-se a uma tarefa descritiva mais fiel e minuciosa. Uma generalidade acaba por sair dos detalhes acumulados. Será estabelecido um equilíbrio entre as condições do pensamento que exige parâmetros e essa diversidade de segunda aparência que nos surpreende primeiro por sua riqueza.*<sup>78</sup>.

É importante ressaltar o papel do detalhe na geração de novas generalidades, ou seja, a partir da resenha dos detalhes, o espírito será capaz de produzir uma nova generalidade, reformando o esquematismo anteriormente constituído, conforme já afirmamos. Mas esse novo esquematismo vai ser construído levando em consideração a complexidade descrita e resenhada, ou seja, será produzido um conhecimento que se construiu levando em consideração a complexidade, o detalhamento, a minúcia do real.

Podemos, então, destacar alguns pontos importantes, fazendo um resumo de nossa apresentação até aqui, sobre a epistemologia de Bachelard, no que denominamos de *movimento do conhecimento*. Esse *movimento* tem um caráter dialético, pois o espírito, no seu impulso de conhecer, se depara com sua própria limitação, construindo o conhecimento apenas de forma aproximada, fragmentária, como conseqüência da própria riqueza do real. Para alcançar esse conhecimento por aproximação, o espírito deve construí-lo no confronto com o real, com a experiência, com o fenômeno. Tal confronto vai fazer aparecer o erro,

---

<sup>77</sup> Ibidem, p.14-15.

<sup>78</sup> Ibidem, p.111.

fruto da inadequação entre ser e pensamento que será, então, o motor para a retificação desse conhecimento primeiro, em direção à verdade sempre provisória.

Demonstraremos a limitação que Bachelard atribui ao primeiro esquema e a importância que ele advoga para o aspecto singular do fenômeno, acompanhando a crítica que ele faz a indução como forma de conhecimento. Entendemos indução como a generalização ou universalização de comportamentos observados em casos particulares, ou seja, a extensão de leis do particular para o geral. Essas leis, comumente, são apresentadas usando como recurso o formalismo probabilístico<sup>79</sup>, onde a extensão da lei do particular para o geral aceita uma variação em torno de um valor médio. Bachelard critica a pretensão de conhecimento atribuída a essa média, pois ‘...a média já é uma soma de conhecimentos e, sob certos aspectos, uma verdadeira simplificação do conhecimento.’<sup>80</sup>. Ao criticar o subjetivismo do conhecimento esquemático, nosso autor não está tratando de invalidar esses procedimentos, mas sim afirmando que os mesmos não são suficientes para produzir um conhecimento do fenômeno em sua totalidade, na riqueza de seus detalhes e minúcias. Quando Bachelard argumenta que assumir uma correlação proporcional entre variáveis constitui uma tendência à simplificação, usada pelo espírito para organizar o fenômeno, e que a média é uma redução que se aplica aos casos determinados e simples, ele está, na verdade, procurando enfatizar que o conhecimento em esquematismos se utiliza de recursos muitas vezes úteis, mas incapazes de uma compreensão em profundidade de um real complexo.

Essa crítica pode ser melhor compreendida quando Bachelard coloca o problema da indução em confronto com a riqueza do real. Mais uma vez não se trata de invalidar o conhecimento indutivo, mas apenas de conhecer os seus limites. Para Bachelard, indução e conceituação representam uma mesma operação, que fazem parte de um conhecimento em esquematismos, e seu limite se encontra justamente onde o fenômeno deixa o geral para encontrar o particular, como podemos ver na passagem,

---

<sup>79</sup> “É comum, na época atual, tratar a questão da indução em estreita relação com a questão da probabilidade.” (MORA, J. F. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo. Ed. Martins Fontes, 1998. p. 384.)

<sup>80</sup> Bachelard, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Contraponto, 2004. p.115.

*Condições maiores acarretarão provavelmente o fato, e a previsão se verificará. Mas o conhecimento especulativo ultrapassa a previsão, e gostaria de esgotar o estudo das condições menores. Estas escapam, aliás, à indução prática...São elas porém que cercam de características anexas o fenômeno e o singularizam. Mas, além disso, é explicado que uma conjunção extraordinária de circunstâncias de eficácia mínima pode afetar de modo notável a conclusão... Nenhuma indução nos põe a salvo dessa possibilidade.<sup>81</sup>*

O limite da indução fica ainda mais claro quando ele afirma que *'...a indução não pode provir do fenômeno simples. Também não se dispõe de nenhuma regra para formar feixes indutivos capazes de reunir a experiência de detalhe de conjuntos complexos ou simplesmente numerosos.'*<sup>82</sup>

A crítica à indução se estenderá, necessariamente, ao conhecimento que se expressa pela via probabilística, mostrando a importância do questionamento de seu uso prático, como ilustra esta passagem:

*A idéia de lei estatística difere filosoficamente da idéia de lei aproximada. Para esta, cada uma de suas aplicações está certa de trazer um elemento de êxito. Êxito esse que nunca é total, mais também nunca é totalmente defeituoso. Já a lei estatística resulta de um jogo que corre o risco de um erro completo, pode falhar absolutamente... Em vez de serem verdadeiras, ou mais ou menos exatas, as leis estatísticas são verossímeis... mas que dão origem a equações matemáticas. Teria a verossimilhança uma raiz na realidade?...<sup>83</sup>*

Nesse texto, Bachelard revela uma posição que, se de um lado não proíbe a indução e o probabilismo, de outro afirma que seu uso não se funda no real, o que significa

---

<sup>81</sup> *Ibidem*, p.134.

<sup>82</sup> *Ibidem*, p.138.

<sup>83</sup> Bachelard, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Contraponto, 2004. p.140.

ser distinto do método das aproximações, fundadas em um aprofundamento do conhecimento a partir de leis aproximadas.

Podemos, então, analisar a crítica ao raciocínio indutivo a partir da importância que Bachelard atribui ao detalhe, pois é justamente na resenha desse detalhe que a indução vai demonstrar sua fraqueza, como lemos abaixo:

*Quase sempre só se exige da indução uma afirmação ou uma negação categóricas. Os acontecimentos futuros são simbolizados, o sinal basta para acusar sua presença. Parece então que o raciocínio indutivo cumpriu seu papel. A seguir, caberia ao conhecimento empírico estudar o fenômeno encontrado. Dessa vez, não bastam generalidades, são necessários pormenores, medições, uma precisão cada vez maior. Mas, cabe a pergunta: o mesmo raciocínio indutivo que estabeleceu a regra geral levaria a leis mais apuradas, mais específicas? Quando se comparam fenômenos particulares, é mais por via da analogia que por indução rigorosamente ordenada. Cada fato, considerado em si mesmo, é contingente...<sup>84</sup>.*

Ao invés da indução, vemos Bachelard dar importância ao raciocínio por analogia, pois, no detalhe, no plural e no complexo, o que temos não é o idêntico, mas sim o semelhante.

A valorização do semelhante, em detrimento do idêntico, pode melhor elucidar a crítica que Bachelard faz em relação a questão da probabilidade, como uma extensão da crítica à indução. Nessa crítica, conforme já comentamos, está colocado o problema da substituição de uma explicação causal, em função de ser complexa, por uma abordagem de caráter prático, elaborada com uso da indução e da probabilidade. Para demonstrar que a probabilidade tem um conteúdo validado pela prática, mas não fundamentado pelo conhecimento em compreensão, Bachelard afirma que ‘...a relação experimental entre o número de casos favoráveis e o número de casos possíveis acaba por ser tão próxima

---

<sup>84</sup> Ibidem, p.134.

*quanto se quiser da relação teórica, contanto que o pesquisador se limite a despojar-se de toda causalidade, de toda finalidade, de toda vontade de exatidão...'*<sup>85</sup>. O fato de abdicar da causalidade, é caracterizado, conforme vimos, pelo uso do valor médio, e o tratamento dos demais valores como aberrações do fenômeno. Tal procedimento, quando se necessita aprofundar o conhecimento em direção ao detalhe, não pode mais ser aceito, uma vez que a minúcia assume importância fundamental no conhecimento da complexidade. Aceitar essa postura para o conhecimento em detalhe é, para Bachelard, uma postura subjetiva, psicológica, pois, *'... toda probabilidade torna-se quimérica antes do acontecimento e depois, inútil. Ficou claro o fracasso da previsão, mas seu sucesso, por mais parcial e incompleto que seja, está por explicar. Finalmente, a base mais sólida para a probabilidade é a posição propriamente psicológica.'*<sup>86</sup>.

Essa tese do abandono da causalidade quando se faz uso da probabilidade, pode ser melhor compreendida quando entendemos a diferenciação que o autor faz de dois tipos de conhecimento: em extensão e em compreensão. O conhecimento em extensão trata da possibilidade de estender o conhecimento de um domínio a outro, ou seja, trata da possibilidade de universalização de um conceito. O conhecimento em compreensão trata da possibilidade de aprofundamento desse conhecimento, da pesquisa do fenômeno considerando uma maior riqueza de detalhes. Ao analisarmos esses conceitos a partir do que vimos até agora, podemos concluir que o conhecimento em extensão está ligado ao esquematismo, pois ao estabelecermos um conhecimento esquemático, seguro, regulado por leis e regido pela lógica, podemos claramente pretender sua universalidade, e, portanto, sua extensão. O que Bachelard nos mostra, entretanto, é que esse conhecimento tem o seu limite, pois ele vai se ater ao fenômeno na sua simplicidade, e vai representar a primeira abordagem que o sujeito faz do objeto.

Em contrapartida, o conhecimento em compreensão não vai se satisfazer com a simplicidade, pois um aprofundamento será suscitado pelo próprio sujeito ao se deparar com o erro ou a imprecisão de seu saber. Nesse sentido, um conhecimento em compreensão

---

<sup>85</sup> Ibidem, p.140.

<sup>86</sup> Ibidem, p.142.

vai ser um aprofundamento no sentido do detalhe, da minúcia, procurando compreender causalidades complexas formadoras das múltiplas e plurais formas de aparecer do fenômeno. A passagem abaixo é bastante ilustrativa a este respeito, pois, ao se referir ao detalhe, nos diz que

*...o conhecimento, em seu ideal de descrição íntima, tem a tendência intrínseca de esmiuçar a compreensão dos fenômenos. Sua extensão será conhecida por acréscimo, numa olhadela que reconhece em outro lugar o que foi estudado a fundo, pois o geral se conclui do particular e apenas a repetição de alguns traços permanentes ocorre espontaneamente, como o retrato mesclado ressalta a fisionomia familiar.<sup>87</sup>*

Essa trajetória de construção do conhecimento, que, como vimos, é uma aproximação em direção ao real inatingível, tem como pressuposto básico, tanto no aspecto geral quanto no particular, a noção bachelardiana de objetividade. O conhecimento, apesar de se dar através de etapas em que os detalhes assumem importância capital, não abandona em nenhum momento a pretensão de objetividade, a necessidade que esse conhecimento se universalize, que saia do subjetivo e se torne intersubjetivo.

A objetividade é então uma conquista, pois se insere no esforço de um conhecimento que começa na verificação, evolui para a retificação, e tende a construir um novo conhecer retificado, mas objetivo. É na dinâmica do que denominamos *movimento do conhecimento* que Bachelard concebe a relação entre retificação e objetividade, pois ‘...a priori, pode-se dizer que a objetividade é uma forma sem objeto. A retificação vem então modificá-la e deslocar totalmente a perspectiva... A objetividade se apresenta então como um limite.’<sup>88</sup>

Ao analisarmos esses três momentos, verificação, retificação e objetivação, em relação à questão do geral e do particular presentes no fenômeno, devemos admitir que, no

---

<sup>87</sup> Ibidem, p.117-118.

<sup>88</sup> Ibidem, p.249.

que diz respeito ao conhecimento do detalhe, que foge ao sistemático, há maior dificuldade na aplicação de tais conceitos, o que não significa que um conhecimento em detalhe seja isento dessas etapas, conforme já dissemos anteriormente. Essa questão é muito bem ilustrada na passagem abaixo, onde Bachelard afirma:

*...após a objetividade do detalhe, encontrar-se-iam as formas mais flexíveis, as leis menos estritas e mais numerosas, enfim, o material explicativo estaria mais adaptado ao seu verdadeiro papel. Estaríamos mais próximos da ciência afirmativa e descritiva, mais próximos também da nossa experiência. O que não é motivo para rejeitar a objetividade do detalhe porque, mesmo admitindo que a prova da objetividade se obtenha por comparação entre a nossa experiência e a do outro, isso não impede que todo o progresso da objetivação se apóie na nossa experiência. Só ela, pela minúcia, talvez nos possa trazer a perspectiva da compreensão, ao passo que a experiência geral sempre procura bases lógicas na extensão.<sup>89</sup> .*

Se nos preocupamos com a construção de um conhecimento em que o detalhe assume importância capital, devemos atentar para o fato de que a eliminação, no domínio da ciência empírica, dos conteúdos de subjetividade, se faz de forma paulatina, através das retificações. Nesse domínio, verificações e objetivações se fazem por consenso, tendo como base a experiência. Aparece aqui a noção de consenso, noção esta necessária para construir a objetividade numa ciência que se dedica a estudar fenômenos em seu detalhe. Interpretamos que Bachelard afirma a necessidade da objetividade, mesmo quando se trata de estudar a natureza em toda a sua complexidade. Se essa objetividade não se constrói na concordância a uma lei simples, ela deve se dar pelo avanço do conhecimento em compreensão e pela aceitação intersubjetiva dos critérios de objetividade dentro da comunidade científica.

O aparecimento da intersubjetividade permite entender a construção científica em Bachelard como um ato social. Se sua epistemologia se funda numa relação sujeito e

---

<sup>89</sup> Ibidem, p.257.

objeto, onde o objeto vai aparecer para o sujeito de forma fragmentária, sujeito este que entendemos como individual, a construção de seu conhecimento é uma atividade de grupo, ou, na terminologia bachelardiana, de comunidade. É na construção do conhecimento em que, a nosso ver, se dá a passagem do sujeito individual para a intersubjetividade. Ainda que seja extremamente difícil traçar esse limite, ao analisarmos o pensamento de Bachelard sobre a relação sujeito x objeto, que define o conhecimento como aproximação do real, conforme vimos no primeiro item deste capítulo, entendemos que ele aborda o sujeito na sua dimensão pessoal, individual, na forma como esse sujeito apreende o objeto no seu encontro com o mundo. Já no espaço propriamente de construção do conhecimento por aproximação, entendemos o sujeito como uma comunidade, uma tarefa de conjunto, de uma comunidade de saberes. Poderíamos dizer que, no que entendemos como fundamento do conhecimento por aproximação encontramos o sujeito individual, mas na construção deste conhecimento acreditamos se tratar de intersubjetividade.

Resumindo, o primeiro aspecto que ressaltamos no pensamento epistemológico de Bachelard, que chamamos de *movimento do conhecimento*, parte de um esquema primeiro, que, ao se defrontar com o real, ou seja, ao ser verificado, se depara com o erro, tendo assim, a necessidade de ser retificado. Tal retificação demanda um conhecimento em profundidade, onde a análise de detalhes e minúcias se mostra importante, gerando um novo esquematismo, que, por sua vez, deverá ser verificado. Na verificação, a busca da objetividade é uma necessidade constante, pois só ela pode afastar o conteúdo de subjetividade do conhecimento. Essa dinâmica constitui o que, para Bachelard, é a construção do conhecimento por aproximação.

Para que possamos compreender melhor a dinâmica do conhecimento em Bachelard, devemos agora analisar o segundo aspecto a que nos referimos no início deste item, qual seja, o da importância que Bachelard atribui ao contato do pensamento com o real, ou seja, o papel da experiência. Vamos, a seguir, realçar a função do trabalho, da ação do cientista que constrói racionalmente a experiência, e com ela interage dialeticamente. Bachelard introduz, então, um papel para os intermediários, que definimos como as elaborações teórico-práticas feitas pelos cientistas no sentido de abordar, ou, como diz o

filósofo, provocar o real. Nesse domínio impõe-se uma tarefa para ação, pois o pensamento só entra em contato com o real através da intermediação de uma ação racionalmente ordenada, uma ação que visa um fim, ou seja, uma ação que nasce impulsionada pela intencionalidade do sujeito que visa o conhecimento. Essa ação, até então não comentada, vai ter um papel fundamental no contexto do pensamento epistemológico de Bachelard, pois é sobre o efeito dela que poderemos exercer a etapa de verificação.

Podemos ter uma idéia da importância da ação no texto de Bachelard que citamos abaixo:

*...o contato espírito – objeto supõe uma impossibilidade idêntica ao contato de dois pontos... Há portanto uma necessidade metafísica de se propor um ato efetivo de relação entre os termos da vinculação epistemológica, de propor um intervalo entre dois pontos distintos.<sup>90</sup>*

Vemos, então, de que forma se constrói o movimento dialético de que falamos anteriormente. O vetor no sujeito se manifesta como uma ação racional. O novo objeto será, na ciência atual, uma elaboração racional – empírica, uma construção não mais puramente teórica, mas com um papel privilegiado para a experiência. Essa experiência, por sua vez, não pode ser compreendida no sentido de passividade do sujeito. Ela deve ser elaborada a partir de um conjunto de técnicas, gerada a partir de um conjunto de conceitos construídos racionalmente, ou seja, será uma experiência dirigida, construída por uma técnica. Instaura-se, então, o que Bachelard denomina de racionalismo aplicado.

O racionalismo aplicado, que pode ser definido como o confronto do teórico-racional com a experiência, ou, de outra forma, do pensamento com o ser do fenômeno, nos permite falar da noção de construção do objeto científico no pensamento de Bachelard. Tal noção, segundo nossa perspectiva, pode assumir dois aspectos. Primeiramente essa construção se dá do ponto de vista epistemológico, pois o conhecimento é entendido como

---

<sup>90</sup> Ibidem, pg 259.

uma construção, constituída por um conjunto de etapas que visam a uma aproximação, jamais atingida, entre o pensamento e o real.

Em segundo lugar, podemos pensar que a etapa dos intermediários, definida pela ação do sujeito, ao visar o real, cria, por sua vez, outros objetos que não existiam anteriormente à essa ação. Esse segundo enfoque é denominado por Bachelard como fenomenotécnica, ou seja, um conjunto de novos fenômenos surgem à partir da aplicação de uma teoria instruída matematicamente e elaborada, como experiência, pela ação de uma técnica. Essa experiência, a nosso ver, serve como intermediário entre o sujeito e o objeto original, ou seja, o real.

Entendemos que a noção de conhecimento como reforma contínua do saber anterior, proposta por Bachelard, sugere que o *movimento do conhecimento* gera mudanças tanto no sujeito, que, modificado pela necessidade de retificação, vê surgir a necessidade de abrir o racionalismo, como no objeto, construído a cada aproximação pelo sujeito, que a cada vez se mostra em sua multiplicidade e pluralidade. Falando na dialética movida pela ação, Bachelard resume:

*...seguindo essa elaboração é que se compreende o verdadeiro mobilismo do pensamento. Logo, convém multiplicar determinações. Se o estudo da compreensão, por encaixe de gêneros, não se desenvolver num número suficiente de intermediários, parece que ficamos estáticos.*<sup>91</sup>.

A nosso ver, é justamente o valor dos intermediários que vai definir o racionalismo aplicado, pois não é mais tarefa apenas do pensamento produzir conhecimento, mas sim o fato de que esse se constrói pela mediação de uma experiência elaborada racionalmente. Essa ação enriquece o racionalismo, pois necessita que ele se abra e se diversifique para explicar o real, e enriquece também o realismo, na medida em que revela novas formas de aparecer dos fenômenos, caracterizando assim a fenomenotécnica.

---

<sup>91</sup> Ibidem, p.260-261.

Conforme dissemos, se é tarefa do conhecimento se defrontar com um real que se desdobra, que pode nos surpreender, é necessário que o racionalismo se abra, se diversifique e produza, a partir da experiência imaginada, uma compreensão mais aprofundada desse objeto complexo. Essa ação, se por um lado se enriquece com a fenomenotécnica, por outro se alimenta do poder criador da matemática, que Bachelard vai chamar de poder indutor, não no sentido da indução referida anteriormente, mas sim no sentido de criação de novas possibilidades. Queremos concluir, nesse momento, que a função da ação, a valorização do trabalho, que se reveste de um aspecto racional abstrato com a matemática, e de um aspecto concreto e empírico racionalmente elaborado pela fenomenotécnica, representa um espaço de criatividade científica, um momento onde o espírito encontra um espaço de possibilidades renovadas de aproximação do real, sem com isso perder o ideal de objetividade, que corresponde à sua tarefa essencial.

Ao longo de nossa apresentação sobre a epistemologia, pode-se perceber que o processo do conhecimento, para Bachelard, se configura como um *movimento*, que parte do sujeito em direção ao objeto, e se constrói por aproximações, admitindo etapas intermediárias, formadoras de novos objetos e reformadoras do sujeito. Essas etapas visam à compreensão do caráter geral e particular do fenômeno, implicando a necessidade do jogo dialético entre razão e experiência, e de uma abertura do racionalismo. É desse modo que, segundo Bachelard, devemos pensar o processo de construção do conhecimento como uma conquista paulatina do espírito, o que, segundo nossa interpretação, deixa uma lacuna aberta ao processo de criação, pois se a lógica e o esquematismo não podem isoladamente explicar o fenômeno, conseqüentemente a conquista do irracional, do “*mais ou menos*”, do detalhe e da minúcia, deve se dar através da integração entre o pensamento, a experiência e o trabalho, visando produzir um novo conhecimento a partir de uma superação dos esquemas anteriores, numa ruptura com o conhecimento anteriormente constituído.

É ainda nesse sentido que Bachelard fala de uma ruptura entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, pois o primeiro se faz a partir de uma primeira aproximação, que vimos ser insuficiente para a construção do saber. Já o conhecimento científico vê surgir a necessidade de seu aprofundamento como função de sua colocação

defronte do real no domínio da experiência, e, portanto, deverá ser necessariamente elaborado numa segunda aproximação.

É importante ressaltar a ligação entre os elementos do pensamento de Bachelard que analisamos. Para um pensamento que atribui importância ao detalhe na composição dos fenômenos, que advoga que o objeto é aparência (ver nota 32) para o sujeito, mas que resguarda a capacidade da razão de construir o conhecimento desse objeto, ainda que por aproximações, é natural imaginar que o papel da experiência deve ter uma grande importância, na medida em que é no domínio dessa experiência que o sujeito pode provocar o real, fazê-lo aparecer sob múltiplas formas, e pode, na verificação, se defrontar com a novidade do objeto, com a riqueza do real.

Acreditamos ser importante concluir o capítulo com duas passagens que, a nosso ver, ilustram os diversos elementos do pensamento epistemológico de Bachelard. Na primeira passagem, ao falar sobre a novidade da geometria não-euclidiana, vemos em ação o *movimento do conhecimento* com suas etapas: o papel do geral, do particular, da retificação detalhada e da aproximação, mostrando o conhecimento novo como uma ruptura e superação do conhecimento antigo. Diz Bachelard:

*A descrição talvez possa entrar no sistema euclidiano em primeira aproximação. Mas trata-se de uma descrição essencialmente relativa, isto é, que deve servir em outro lugar e em outro tempo, que deve unir pelo pensamento os estados sucessivos e próximos do real. O movimento descritivo deve dobrar-se à curva do Universo. Disso resulta uma geometria a posteriori, pós-experimental, que não terá o valor de previsão que se atribuía a uma geometria informativa a priori mas que, em compensação, estará apta a registrar o descontínuo do devir e do ser ... no conhecimento de primeiro exame...<sup>92</sup>.*

---

<sup>92</sup> Ibidem, p.285.

Na segunda passagem, Bachelard realça a ligação entre o que denominamos *movimento do conhecimento* e o papel da ação, ou seja, o racionalismo aplicado expresso nas determinações experimentais. Vejamos:

*... uma força só é explicada por seu sentido, por sua finalidade. O fim para o qual tendem as determinações experimentais pode ser afirmado quando essas determinações se aplicam ao esquema de uma aproximação. 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.* <sup>93</sup>.

Antes de concluir este capítulo, gostaríamos de ressaltar alguns pontos importantes para a compreensão do pensamento epistemológico de Bachelard, como também para fomentar a nossa discussão posterior, qual seja, a de fundamentar a prática das ciências geológicas com elementos de seu pensamento epistemológico.

Partimos de uma definição inicial, em que Bachelard afirma que o real não pode ser alcançado pelo pensamento, que julgamos auxiliar na compreensão de sua perspectiva epistemológica. Tal perspectiva nega a possibilidade de apreendermos todo o fenômeno, o que justifica seu caráter aproximado. Essa afirmação aponta para uma abordagem do real como algo complexo, em que o fenômeno se caracteriza por um conjunto de variáveis que estabelecem uma teia de relações extremamente ampla, não necessariamente linear, e, principalmente, não estática ao longo do tempo. Vimos também que as relações entre as variáveis constituintes do fenômeno, e, conseqüentemente, suas leis, podem ser distintas nas diferentes ordens de grandeza, tornando ainda mais difícil a tarefa de construção de conhecimento.

Esse real é caracterizado por elementos que podemos denominar de gerais ou universais, mas, também, por elementos contingentes, singulares, que vão lhe dar uma característica de unicidade, de não repetibilidade. A contingência, que se reflete no

---

<sup>93</sup> *Ibidem*, p.300.

fenômeno como detalhe, como minúcia, passa a se revestir de características fundamentais, uma vez que, como as relações são na maioria das vezes não lineares, ela pode exercer grande influência no processo, e responder por parte importante da causalidade desse fenômeno. Isso vai conferir ao mundo dos fenômenos uma pluralidade na forma em que ele aparece ao sujeito, uma vez que os aspectos contingentes podem assumir importância capital. Essa contingência do fenômeno pode se refletir, para o sujeito, como uma surpresa, uma vez que ela não estará dentro de um esquema previamente montado por esse sujeito. Vemos então, justificada a preocupação de Bachelard não com o ser dos fenômenos, mas com o vir a ser, não só com a permanência, mas com o devir, que vão efetivamente caracterizar o fenômeno.

Bachelard afirma, então, que a construção do conhecimento de um fenômeno que, como regra geral, é complexo, e cuja simplicidade é atributo do sujeito, deve se dar por aproximações sucessivas. Vemos, assim, que a *bipartição* dos fenômenos em geral e particular se faz acompanhar de um duplo caminho epistemológico, o do geral, traduzido em esquematismos, e o do particular, no sentido de produzir um conhecimento do detalhe. O primeiro momento é capaz de explicar os aspectos gerais desse fenômeno, mas outras aproximações serão necessárias para aprofundar esse conhecimento em direção ao detalhe, usando o caráter de extensão das leis, que fornecem a primeira aproximação, para gerar, num segundo momento, um conhecimento em compreensão. Nesse sentido é que se pode entender toda uma crítica que se estabelece no seu pensamento dando conta não da falência, mas do caráter incompleto de um conhecimento estabelecido com base numa primeira aproximação, onde ele mostra que a intuição é simples, e a lógica, a indução e a probabilidade não garantem o conhecimento em compreensão. Para a análise do detalhe, são valorizadas a descrição e a analogia, que são capazes de produzir uma resenha dos detalhes, produzindo novas generalidades, novos esquematismos.

Para construir esse conhecimento por aproximações, Bachelard propõe um conhecimento dinâmico, onde o vetor no sujeito permite classificá-lo como um racionalismo. O sujeito, movido pela vontade de conhecer, se aproxima do objeto através da ação, do trabalho, uma criação que visa interpelar o real. Essa ação deve passar pela

importante etapa de verificação exaustiva, verificação que revela o erro, que representa o encontro do nosso esquematismo primeiro com a multiplicidade do real. Esse erro deve, então, ser retificado, para tornar o novo esquema mais próximo do real, estando sujeito a uma nova verificação, e assim sucessivamente. Esse proceder em direção ao real deve ser acompanhado de um sentido de objetividade, sem o qual não poderemos garantir a sucesso da aproximação. É a verificação progressiva, sob a égide de uma objetividade inalcançável, que poderá colocar o conhecimento na rota de uma verdadeira aproximação do real.

Ao acompanhar esse caminho epistemológico é que poderemos entender a crítica de Bachelard ao cartesianismo, e a proclamação de sua epistemologia de não cartesiana, como podemos ler em seu livro **A filosofia do não**. Contra Descartes, ele vai afirmar a complexidade do real contra o conhecimento que se estabelece como algo claro e distinto. Fechamos nosso capítulo com essa rápida referência à essa crítica pois ela incide exatamente nos pontos que julgamos fundamentais ressaltar para a utilização de seu pensamento para fundamentar a construção do objeto nas ciências geológicas, qual seja, o problema da complexidade e o papel da ação do sujeito para a construção do conhecimento.

## **CAPÍTULO 3**

### **A EPISTEMOLOGIA DE BACHELARD E A GEOLOGIA**

Neste capítulo faremos uma análise do pensamento epistemológico de Bachelard procurando fundamentar, através das categorias do filósofo, o objeto da Geologia. Nosso primeiro objetivo é demonstrar que as categorias bachelardianas permitem compreender como se dá a construção do conhecimento nessa ciência, na medida em que seu pensamento pressupõe uma complexidade do real, e leva à conclusão de que só é possível apreender esse real a partir da dialética entre razão e experiência. Nosso segundo objetivo é demonstrar que a reflexão epistemológica pode dar uma contribuição ao cientista, na medida em que tem o potencial de ampliar a compreensão do objeto e, conseqüentemente, influir na prática e na construção do conhecimento científico.

Para atingir esses objetivos, iniciaremos retomando as características básicas que definem a especificidade do objeto da Geologia, conforme apresentamos no primeiro capítulo. Mostramos, anteriormente, que a Geologia apresenta, de um lado, as características das ciências da natureza, e, de outro, as características das ciências históricas. Seus processos são de natureza física, química e biológica, e se desenvolvem numa variada escala de tempo e de espaço. Vimos que esses processos, por se darem na natureza, e não em laboratórios onde as variáveis podem ser controladas, caracterizam-se por formar sistemas abertos, nos quais se pode constatar que uma grande quantidade de variáveis se relacionam entre si, ao longo do tempo e do espaço, envolvendo causalidades complexas. A complexidade aparece, então, como a primeira característica específica do objeto das ciências geológicas. Conseqüentemente torna-se necessário, para a explicação de seus fenômenos, fazer interceder uma grande quantidade de variáveis, atuando ao longo do tempo e do espaço, em diferentes escalas.

Se a complexidade é uma consequência da especificidade dos processos naturais de caráter geológico, o aspecto histórico decorre do fato de que a Geologia se preocupa em compreender a evolução dos processos que formaram o planeta, ou seja, estuda fenômenos que se revestem de uma singularidade histórica, pois ocorreram num determinado tempo e lugar de forma única, em condições que não podem ser reproduzidas em qualquer outro momento ou lugar. Sendo assim, a segunda especificidade do objeto da Geologia é a sua singularidade, pois ainda que esses processos possam ter características comuns e gerais, seu estudo não pode ser feito sem abordar as condições históricas que o determinaram e o tornaram singular.

Uma terceira especificidade importante do objeto da Geologia diz respeito à construção do seu conhecimento. Por estudar processos que ocorreram no passado e em escalas muito variadas, a Geologia é uma ciência que se preocupa com o não visível, ou seja, não é possível uma visualização integral dos seus processos. Ela trabalha através de registros esparsos, que são as rochas hoje existentes, e, a partir deles, tenta reconstituir a evolução dos processos que deram origem à essas rochas. Ou seja, o processo de construção desse conhecimento se assemelha à montagem de um quebra-cabeças. Uma outra característica importante, que torna essa ciência diferente das ciências exatas como a Física e a Química, é o fato de que, por seus processos se desenvolverem em sistemas abertos, dos quais não temos controle completo, e envolverem variadas escalas de tempo e de espaço, os mesmos não podem ser reproduzidos fielmente em laboratórios. Ou seja, é apenas de forma parcial, hipotética e reconstitutiva que podemos reproduzir processos geológicos em condições de laboratório.

Outro aspecto que ressaltamos anteriormente refere-se à forma como o conhecimento se desenvolve e se constrói na Geologia. Mostramos que as teorias e os conceitos não são senão começos, posicionamentos *a priori*<sup>94</sup> do cientista, e que não conseguem explicar, na sua totalidade, a complexidade e a singularidade dos fenômenos.

---

<sup>94</sup> Repetimos aqui a nota 22. *A priori* aqui não tem o sentido Kantiano de anterior, em sentido lógico, a qualquer experiência, como estrutura cognitiva do homem, ou seja, o que é completamente independente da experiência, mas sim com o sentido de que o sujeito vai se defrontar com o objeto já dispondo de um ponto de vista inicial sobre este objeto.

Entre um objeto complexo, singular e esparso, e um posicionamento teórico - conceitual esquemático do sujeito, cria-se um espaço. Em Geologia, esse espaço é preenchido pela atividade de interpretação, na qual há sempre um conteúdo subjetivo, preservando-se o corpo teórico – conceitual de um lado, e o conteúdo esparso dos registros de outro. Dissemos que essa interpretação se reveste de características subjetivas e permite uma certa mobilidade ao cientista, no sentido de criar modelos que possam explicar os fenômenos estudados. Afirmamos, também, que é nesse espaço dos diferentes tipos de modelos que se dá a discussão dos cientistas em busca de um consenso. Tal espaço reveste-se de um caráter formativo, pois é na medida em que um modelo é colocado em debate entre os cientistas que verificamos a potencialidade de seu aperfeiçoamento.

Após essa breve exposição das especificidades do objeto da Geologia, queremos retomar o pensamento epistemológico de Bachelard, para, a partir dele, atingir nosso primeiro objetivo, que é o de fundamentar a atividade de construção do conhecimento em Geologia a partir da epistemologia de nosso autor. Para tanto, vamos analisar dois aspectos. O primeiro aspecto tem por objetivo demonstrar que a concepção do real em Bachelard é consistente com a especificidade do objeto dessa ciência, o que nos permite fundamentar sua prática a partir do pensamento epistemológico bachelardiano. O segundo aspecto tem por objetivo demonstrar que a prática da Geologia, a construção de seu conhecimento, pode ser descrita a partir das categorias do racionalismo aplicado.

Como vimos, o pensamento epistemológico de Bachelard admite que o conhecimento se dá por aproximação, pois, para ele, o real se mostra de forma fragmentária, sendo uma função da forma como o abordamos. Nesse sentido, o real é revelado de forma múltipla, complexa, e seu conhecimento se dá por aproximações sucessivas, o que significa que não podemos esgotá-lo a partir de uma única análise. Conforme demonstramos no primeiro capítulo, o objeto da Geologia tem como especificidade a complexidade, e, portanto, essa compreensão, por parte de Bachelard, do real como complexo, se reveste de um interesse especial. Devemos admitir que a perspectiva de que o real é complexo é o primeiro elemento que nos autoriza associar o pensamento epistemológico de Bachelard com a Geologia.

Para defender nossa argumentação podemos retomar alguns pontos que já ressaltamos no segundo capítulo. Um deles é o caráter dialético do conhecimento, que do lado do sujeito tenta produzir esquematismos que, testados na experiência, se deparam com erros e têm, assim, que ser retificados. Essa retificação incessante em direção à objetividade do conhecimento revela a necessidade de uma quebra do esquematismo, de uma abertura da razão para explicar a diversidade e a novidade do real. Pode-se dizer que, nesse sentido, há um privilégio do inesperado, do detalhe, da minúcia, da perturbação na composição do fenômeno. Em Bachelard o detalhe assume importância capital, e a simplicidade é muito mais uma posição subjetiva do que um atributo do objeto. A razão deve, então, evoluir no sentido de dar forma, ou seja, de explicar também a perturbação e a minúcia. Fica evidente a importância do detalhe nestas passagens do **Avant-propos** do livro **Essai sur la connaissance approchée**, quando Bachelard afirma que:

*Antes de chegar ao conhecimento científico, tínhamos de examinar, do nosso ponto de vista, como os detalhes se acumulam quando conservam as grandes linhas de uma descrição, como os predicados enriquecem progressivamente o tema, como as qualidades se ordenam para chegar a uma classificação objetiva. e Uma filosofia do inexato pode trazer um sentido novo aos conceitos de realidade e de verdade.*<sup>95</sup>

Para defender a idéia de um real complexo, Bachelard além de chamar atenção para as múltiplas causalidades de um fenômeno, vai afirmar também, como já vimos, a sensibilidade desse fenômeno às pequenas variações de uma ou mais de suas variáveis causadoras. Esses posicionamentos concordam com a compreensão do fenômeno geológico como complexo e também como histórico, pois deveríamos conhecer todas as condições controladoras da ocorrência de um fenômeno, para que pudéssemos dispor de elementos seguros para sua previsão, condições que, algumas das quais, são contingentes e historicamente dadas. Pode-se, então, concluir que o caráter histórico fornece elementos

---

<sup>95</sup> Bachelard, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Contraponto, 2004. p.9-10.

adicionais de dificuldade, pois contribui para a complexidade com condições contingentes e singulares.

Devemos, entretanto, compreender que o conhecimento do detalhe é mais uma etapa do conhecimento aproximado. O que num dado momento é compreendido como perturbação, como detalhe, é também um novo elemento de conquista para a razão, que complicará os seus esquemas prévios com o intuito de incorporá-lo ao conjunto do conhecimento. Em seu livro **O novo espírito científico**, Bachelard volta a afirmar que o real é complexo e que a simplicidade é algo colocado pelo espírito, na mesma linha de argumentação que seguimos a partir do **Essai sur la connaissance approchée**, conforme mostra a passagem abaixo:

*Na realidade, não há fenômenos simples; o fenômeno é uma trama de relações. Não há natureza simples, substância simples; a substância é uma contextura de atributos. Não há idéias simples, porque uma idéia simples, conforme viu Dupréel, deve ser inserida, para ser compreendida, num sistema complexo de pensamentos e experiências. As idéias simples são hipóteses de trabalho, conceitos de trabalho, que deverão ser revistos para receberem seu devido valor epistemológico.<sup>96</sup>*

Essa complexidade deve ser elucidada pelo projeto da razão, ou seja, se o cientista deve reformar suas idéias simples ao perceber que o real não responde à elas, ao mesmo tempo deve acreditar que a razão, ao ser ampliada e dialetizada, é capaz de produzir um novo esquematismo, mais rico, que englobe essa novidade do complexo. Ao falar sobre o erro na decifração do espectro do ferro Bachelard nos diz:

*Para disfarçar este revés, vai por-se em jogo a idéia duma complexidade inextricável, duma irracionalidade fundamental do real? É ignorar a mobilidade e a coragem do espírito científico contemporâneo supor esta*

---

<sup>96</sup> Bachelard, G. *O novo espírito científico*. Coleção Os Pensadores. Ed. Abril, 1979. P.164.

*derrota. Matemática e experimentalmente é no estudo dos fenômenos complexos que o pensamento científico prossegue sua instrução.*<sup>97</sup>

Essa passagem reforça o projeto epistemológico de Bachelard, que no momento mesmo em que afirma a diversidade do mundo e a valoriza, resguarda à razão abrangente a possibilidade da construção desse conhecimento. Para concluir, entendemos que a valorização do detalhe e do inexato, com atribuição da importância ao geral e particular na causalidade dos fenômenos, conceitos extraídos do pensamento epistemológico de Bachelard, é o elemento principal que permite fundamentar o objeto das ciências geológicas, uma vez que esse posicionamento concorda amplamente com a caracterização da especificidade do objeto da Geologia na forma como o apresentamos. Devemos agora analisar o segundo ponto, que se refere à forma de construção do conhecimento em Geologia, ou seja, na forma de agir do cientista que, a nosso ver, pode ser compreendido a partir das categorias do racionalismo aplicado.

Para tanto devemos aprofundar um pouco mais o que já esboçamos anteriormente, no que se refere ao papel da ação e do trabalho do cientista na construção do conhecimento. Tal aprofundamento nos levará a compreender melhor o conceito bachelardiano de racionalismo aplicado. Esse conceito nos parece extremamente rico, na medida em que Bachelard propõe que o conhecimento se dá não apenas no nível da razão, mas numa dialética entre pensamento e ação, entre o abstrato da reflexão e o concreto da experiência. Se, conforme afirmamos, Bachelard defende a idéia de que o real é complexo, cujo conhecimento só pode se dar por aproximação, é natural que esse conhecimento seja também aberto, apesar de ser sempre remetido à razão. É, então, em função da complexidade essencial do real científico que a razão deve se tornar operativa, necessitando do apoio da experiência para se instruir.

A relação entre teoria e experiência é analisada de forma aprofundada no livro **O racionalismo aplicado**, no qual Bachelard mostra a insuficiência das filosofias isoladas do racionalismo e do realismo para expressar a pluralidade do conhecimento. Vejamos:

---

<sup>97</sup> Bachelard, G. *O novo espírito científico*. Coleção Os Pensadores. Ed. Abril, 1979. P.168.

*... vemos dar-se um diálogo filosófico que tem o mérito de excepcional precisão: o diálogo entre o experimentador dotado de instrumentos rigorosos e o matemático que ambiciona informar de perto a experiência. Enquanto nas polêmicas filosóficas, no mais das vezes, o realista e o racionalista não conseguem falar de uma mesma coisa, tem-se a nítida impressão de que, no diálogo científico, os dois interlocutores falam do mesmo problema.*<sup>98</sup>

Será então no domínio do racionalismo, mas não mais o racionalismo clássico, que a ciência vai poder apreender a complexidade, enfrentar o desafio de elucidar o geral e a minúcia do fenômeno. Se esses nos aparecem de forma dialética, como um binômio de certeza e surpresa, esquema e detalhe, devemos estar aptos a enfrentá-los, tanto no domínio abstrato, como no concreto, tanto no domínio do pensamento, quanto no da ação, numa atitude dialética, conforme Bachelard descreve na passagem que se segue:

*É por suas aplicações que o racionalismo conquista seus valores objetivos. Para julgar o pensamento científico já não se trata de nos apoiarmos num racionalismo formal, abstrato, universal. É preciso atingir um racionalismo concreto, solidário com as experiências sempre particulares e precisas. É preciso também que esse racionalismo seja suficientemente aberto para receber determinações novas das experiências.*<sup>99</sup>

O racionalismo aplicado será, então, o espaço da experiência, mas não da experiência passiva, imediata, intuitiva, recebida de forma simples. Será o espaço de uma experiência de ordem diferente, pois trata-se de uma experiência que é instruída pela razão e elaborada pela técnica. A experiência se transforma, então, numa espécie de extensão do pensamento, de concretização deste através de um conjunto de técnicas que visam interrogar o real. É nesse sentido que se pode compreender Bachelard quando ele afirma

---

<sup>98</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p.7.

que os instrumentos são teorias materializadas, pois é a partir dos instrumentos que se fazem as experiências racionalmente programadas, provocando, assim, o encontro com o real, fazendo-o aparecer sob novas formas. É através desse projeto racionalmente constituído que o cientista será capaz de se defrontar com o complexo, como vemos nesta passagem:

*Para constituir um fato científico definido é preciso por em ação uma técnica coerente. A ação científica é por essência complexa. É do lado das verdades factícias e complexas e não do lado das verdades adventícias e claras que se desenvolve o empirismo ativo da ciência. Bem entendido, verdades inatas não poderiam intervir na ciência. É preciso formar a razão do mesmo jeito que é preciso formar a experiência.*<sup>100</sup>

Essa posição filosoficamente intermediária entre o racionalismo e o realismo, representada pelo racionalismo aplicado, é alimentada, como já dissemos, duplamente pelo abstrato e pelo concreto. Do lado abstrato, a matemática assume um papel fundamental com seu papel indutor<sup>101</sup>. Não nos deteremos aqui na filosofia da matemática proposta pelo autor, apenas queremos ressaltar que, do lado do pensamento, do abstrato, a matemática assume papel fundamental no sentido em que ela, para Bachelard, não é apenas formalismo nem instância exclusiva da lógica. A matemática constitui uma ferramenta que engendra novas experiências, que cria novos fenômenos, como podemos ver quando ele afirma que *‘A esta força indutiva e inventiva que o espírito adquire, manejando o Cálculo Tensorial, é preciso juntar, para terminar de caracterizar esse cálculo do ponto de vista psicológico, seu valor de pensamento sintético*<sup>102, 103</sup>. A matemática orienta o pensamento sobre o real

---

<sup>99</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p.10.

<sup>100</sup> Bachelard, G. *O novo espírito científico*. Coleção Os Pensadores. Ed. Abril, 1979. p.176.

<sup>101</sup> Relembramos que a indução não tem aqui o sentido tradicional, do conhecimento que vai do particular para o geral. Em Bachelard, indução significa criação, geração do novo. É esse o sentido que o termo assume no texto.

<sup>102</sup> Entendemos que o termo sintético, quando atribuído por Bachelard à Matemática, pode ter dois sentidos: o sentido de integração, de junção das partes num todo coerente, na medida em que Bachelard pensa a Matemática como representando relações entre as partes constituintes de um dado sistema; e no sentido que lhe atribui Kant, em que o predicado informa algo sobre o sujeito, na medida em que a Matemática não é apenas analítica, tautológica, mas um domínio de criação de fenômenos novos.

<sup>103</sup> Bachelard, G. *O novo espírito científico*. Coleção Os Pensadores. Ed. Abril, 1979. p.118.

físico, aumentando as possibilidades do conhecimento na medida em que, em seu rigor, traz novas possibilidades à experiência. Diz Bachelard:

*Da mesma maneira, as puras possibilidades matemáticas pertencem ao fenômeno real, mesmo contra as primeiras instruções duma experiência imediata. O que poderia ser, no julgamento do Matemático, pode sempre ser realizado pelo Físico. O possível é homogêneo ao ser.<sup>104</sup>*

Ao lado do aspecto abstrato da matemática, está a experiência que se enriquece a partir da técnica, que vai representar a concretização do teórico, ou seja, uma fusão entre o pensamento e a realidade a partir da ação, do trabalho. Podemos entender, seguindo Bachelard, esse domínio da experiência também como criador, na medida em que a partir dele são gerados novos fenômenos que não existiam anteriormente na natureza, fenômenos esses previstos pela abstração teórica que organizou a elaboração da experiência. A experiência, além de revelar os elementos previstos pela razão, vai funcionar também como elemento revelador do inesperado, das novidades, que vão, por sua vez, reformar a razão. A esses fenômenos novos, surgidos da interação razão e técnica, Bachelard vai dar o nome de fenomenotécnica.

Percebemos, então, que o racionalismo aplicado se mostra como uma instância de criação, tanto no que se refere ao conteúdo abstrato da teoria, como no que diz respeito ao domínio concreto do real. É nesse sentido que se dá, a nosso ver, a construção do objeto em Bachelard. De um lado, o pensamento abstrato é indutor. Do outro, o real é complexo e também espaço para o aparecimento do novo. A construção se dá, então, no encontro, no domínio da experiência instruída e do racionalismo aplicado, pois é aí onde se manifestam a diversidade do pensamento e do real, elementos do diálogo da construção do conhecimento.

---

<sup>104</sup> Bachelard, G. *O novo espírito científico*. Coleção Os Pensadores. Ed. Abril, 1979. p.118.

Um outro aspecto relevante do racionalismo aplicado é seu aspecto social, porque é sobre o objeto construído que se produz o diálogo, o confronto de idéias, a troca de racionalidades, ou seja, o co-racionalismo. Para Bachelard, a ciência contemporânea é atividade de um grupo, e a objetividade se constrói na dialética do eu e do não-eu, como ilustra a passagem: ‘...*essa coerência integrada pela qual um espírito compreende e pode fazer com que outro espírito compreenda a coesão, eis o ato mesmo do racionalismo, o ato racionalista.*’<sup>105</sup>

Devemos agora argumentar de que forma o racionalismo aplicado se desenvolve no campo da Geologia. Dissemos, no primeiro capítulo, que a Geologia se constrói a partir do processo de interpretação, na qual os elementos do objeto, ou seja, os registros esparsos, são concatenados segundo conceitos e teorias. Afirmamos, também, que essa interpretação é necessária para preencher o espaço entre o conhecimento do sujeito e o objeto da Geologia, caracterizado como complexo, singular e não visível.

Esse espaço, ou seja, a construção do conhecimento em Geologia, se faz a partir de uma dialética entre razão e experiência. Os registros são obtidos numa fase de observação, onde a descrição minuciosa e a coleta de dados são sistemáticas. Os dados são analisados dentro do contexto de validade dos conceitos e teorias que, em conjunto com a interpretação, geram o modelo explicativo do fenômeno. Como ferramenta auxiliar à essa interpretação, é muito utilizado em Geologia o recurso à analogia, uma vez que, como dissemos, não há, nesse objeto, o idêntico, autoriza-se o recurso à comparação, à procura do semelhante como forma auxiliar de explicação de um dado fenômeno.

O espaço aberto à interpretação gera, em Geologia, a possibilidade do aparecimento de diferentes explicações para o mesmo fenômeno, todas elas levando em consideração as mesmas observações (o mesmo objeto), e os mesmos conceitos e conteúdos teóricos. A conquista da objetividade nesse tipo de conhecimento é uma tarefa difícil, uma vez que o conjunto de interpretações possíveis para explicar um dado fenômeno pode ser grande. Há, de um lado, a necessidade de novas informações, mais detalhadas, e, de outro, de novas

---

<sup>105</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p.51.

experiências, para tentar decidir sobre as diferentes interpretações, ou hipóteses explicativas. Essas novas observações serão necessariamente mais detalhadas, gerando um novo ciclo de construção do conhecimento. Para dar conta das múltiplas interpretações, devemos aceder aos detalhes, às minúcias, ou seja, avançar em direção à singularidade dos fenômenos.

No processo aproximativo descrito acima, o conhecimento é sempre traduzido num produto, numa representação, seja ela escrita, gráfica, ou meramente verbal, ou seja, esse produto não é apenas pensamento, mas tem um grau de concretude, na medida em que é sintetizado em algum tipo de representação. Esse produto, essa representação, é que vai permitir o desenvolvimento social do saber, pois é sobre ele que vai se dar a construção da objetividade do conhecimento. Na medida em que espelha as explicações possíveis de um fenômeno, a representação se transforma numa linguagem, pois comunica as interpretações, permitindo um caminho de construção da objetividade.

Nesta breve descrição apresentada sobre a etapa de construção do conhecimento em Geologia, queremos chamar atenção para três pontos. O primeiro é a valorização da descrição e da analogia, que aparecem na Geologia como ferramentas de trabalho fundamentais para se conhecer os elementos gerais e particulares dos fenômenos. Essas duas etapas, descrição e analogia, são extremamente valorizadas no pensamento epistemológico de Bachelard, conforme demonstramos no segundo capítulo. Segundo nosso autor, essas etapas é que vão permitir comparar dois fenômenos, pois apontarão para os caracteres gerais, que se repetem em ambos os fenômenos, permitindo a analogia entre eles, e vão realçar o que cada um tem de singular, permitindo analisar as diferenças. Nossa argumentação é que a importância que Bachelard atribui à descrição e à analogia é resultado da forma como ele concebe a relação sujeito e objeto, conforme vimos amplamente. A partir dessa relação é natural a necessidade da analogia e da descrição, na medida em que cada fenômeno é único. O extenso uso da analogia e da descrição na Geologia, é, para nós, uma prova de que a relação sujeito e objeto nessa ciência se dá na forma concebida por Bachelard, autorizando, nesse sentido, a fundamentação da mesma com as categorias epistemológicas de nosso autor.

O segundo ponto que queremos ressaltar, e que está intimamente relacionado ao primeiro, é o que denominamos, no segundo capítulo, de *movimento do conhecimento*. Argumentamos que, para superar as múltiplas interpretações, ou seja, para se atingir a objetividade, é necessário engendrar conhecimentos cada vez mais detalhados, multiplicar as determinações, elaborar outros métodos, investigar o fenômeno sob outros prismas. É necessário, então, especializar o conhecimento. Isso é alcançado pelo que denominamos em Bachelard como *movimento do conhecimento*, onde a necessidade do detalhe para a compreensão da complexidade se dá a partir do aprofundamento, do conhecimento em compreensão, num movimento que vai do geral para o particular, para, a partir deste gerar novas generalidades mais complexas e reformadas, mais próximas da objetividade. O caminho da objetividade, a tentativa de elaborar interpretações cada vez mais prováveis, ou seja, a aproximação do conhecimento em Geologia se dá, a nosso ver, de acordo com esse *movimento do conhecimento*, que busca a objetividade pela resenha mais detalhada do fenômeno e pela multiplicação de experiências orientadas pela razão.

Devemos ressaltar que a necessidade do detalhe e do aprofundamento do conhecimento, ao suscitar novos métodos, gera novos campos do saber ligados à Geologia. Essa especialização solicita novas medidas, novos equipamentos, e, por conseguinte, novos produtos, novas técnicas. A Geologia se faz acompanhar, então, de novas ciências, novos objetos, que vemos surgir da aplicação das técnicas. Tal característica, a nosso ver, se encaixa no contexto do que Bachelard denomina fenomenotécnica, onde, conforme vimos, novos objetos são constituídos a partir da relação entre razão e experiência, movidos pela técnica.

O terceiro ponto para o qual queremos chamar atenção é o papel da representação. Dissemos que a interpretação de um dado fenômeno é apresentada à comunidade científica na forma de uma representação, e que é sobre ela que se dá a conquista da objetividade. Nossa argumentação é que essa representação é resultado de uma construção, é um produto, resultado da ação voluntária do cientista. Ela é, portanto, um intermediário, algo que integra razão e observação numa experiência, e comunica o cientista com a sua comunidade.

Nesse sentido, entendemos esta representação no contexto do que Bachelard denomina de racionalismo aplicado, uma vez que ela é resultado de um trabalho, de uma ação, ou seja, é um produto construído a partir da intermediação entre a razão e a experiência. Tomamos aqui o conceito de racionalismo aplicado numa forma ainda um tanto abrangente, pois não temos sempre, em Geologia, uma construção racional elaborada no contexto da aplicação matemática da experiência, como nos propõe Bachelard. O nível de quantificação, em Geologia, é ainda pequeno, em função da complexidade a qual nos referimos amplamente. Entretanto consideramos válida essa associação, uma vez que o que temos é um produto não puramente racional, mas sim o resultado de um racionalismo que abrange a totalidade das observações, gera modelos, ainda que qualitativos, integrando essas observações e avançando até as suas minúcias, atualizando progressivamente generalidades em prol da incorporação do detalhe. Esse encontro razão e experiência, ainda que essa não seja completamente descrita na forma matemática, nos autoriza a falar na construção do conhecimento no contexto do racionalismo aplicado.

Atualmente, os mecanismos de representação têm tido cada vez mais espaço na construção do conhecimento em Geologia. Assim, o avanço dos computadores e das ciências Física e Matemática tem permitido cada vez mais que as interpretações dos fenômenos deixem o mundo puramente qualitativo para buscar uma âncora no quantitativo. Esse avanço da quantificação tem produzido efeitos na construção do conhecimento em Geologia, pois, apesar da insuficiência da formalização matemática em problemas complexos, as respostas e os testes feitos através dos computadores permitem avanços na compreensão da complexidade desses fenômenos.

Além do avanço no que diz respeito à introdução da quantificação, inclusive com a possibilidade do estudo das múltiplas relações entre conjuntos cada vez maiores de variáveis, os computadores têm trazido novos avanços, principalmente no que concerne à visualização de fenômenos. Os recursos recentemente disponíveis de visualização tridimensional têm feito avançar grandemente as técnicas figurativas do passado, pois uma representação estática bidimensional se torna, hoje, dinâmica e tridimensional. Além disso,

dispõem-se de recursos que permitem múltiplas visualizações ao mesmo tempo. Essa observação, entretanto, difere da observação tradicionalmente entendida no empirismo, pois o que vemos é objeto de uma construção, é um intermediário, ou seja, é uma representação racional e, por ser racional, não pode ser contemplativa, mas sim ativa, reformadora da própria razão.

Vemos então que, com as técnicas computacionais hoje disponíveis, podemos tornar visível um objeto que descrevemos como oculto na medida em que, a partir de equações ainda que simplificadas, é possível reproduzir um processo físico – químico que se dá na natureza, vê-lo acontecer, testar hipóteses, ou seja, integrar e interagir com o nosso objeto, fruto de nosso modelo e de nossa interpretação, colocando-o disponível para a discussão no seio da comunidade científica. Além disso, vemos a tecnologia criar condições para a tentativa de compreensão dos fenômenos complexos, na medida em que os modelos matemáticos podem, nesse ambiente, ser investigados no que se refere às relações entre as múltiplas variáveis, e à sensibilidade do resultado de um processo à uma condição qualquer. Ou seja, é no domínio da tecnologia, que expressa uma conceituação, que podemos nos aproximar do real, procurar sua causalidade íntima, investigar o aparecimento da novidade, preparar o espírito para abrir a razão, como nos diz Bachelard:

*‘...diante de um real que não se vê, que não se toca, mas sobre o qual se fazem experiências que, do ponto de vista sensível, são manifestações indiretas, não se poderia fechar a via das teorias racionais, sob pena de mutilar a própria experiência...’<sup>106</sup>*

Concluimos, que, mais modernamente, a Geologia se utiliza de recursos que se aproximam mais do conceito de racionalismo aplicado. O avanço no uso de técnicas quantitativas, e a possibilidade do uso de computadores para simular experiências de reconstituição da evolução dos processos geológicos no tempo, demonstram que essa ciência se faz, cada vez mais, no contexto do racionalismo aplicado, onde razão, experiência e observação se relacionam dialeticamente em busca de um conhecimento mais

---

<sup>106</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p.46.

próximo, mais objetivo. Ou seja, a técnica intensifica o papel da representação na construção do conhecimento.

O papel dessa representação figurativa já foi realçado pelo próprio Bachelard<sup>107</sup>, quando ele afirma que

*Estando o real encerrado num espaço a três dimensões, instruiremos sem dúvida reproduzindo-o num espaço a três dimensões. Essa reprodução é o triunfo da descrição. É utilizada para ver o infinitamente grande e o infinitamente pequeno.*<sup>108</sup>

Ao avaliar esse tipo de representação, Bachelard chama atenção para sua limitação, dado que não só é uma reprodução, como também tem um caráter estático, mas que, apesar disso, se reveste de importância, como vemos nesta passagem:

*Assim sendo, devido apenas ao caráter dinâmico dos fenômenos, é preciso pelo menos dobrar os pontos de vista. É extremamente contundente que os estudos sobre o espaço-tempo que implicam uma síntese intuitivamente impossível das três dimensões do espaço e de uma dimensão temporal se façam pedagogicamente bem mediante uma representação plana...Em outras palavras, é a partir dessa representação intuitiva simplificada que a abstração construtiva – tão diferente da abstração descrita pelos psicólogos – conduz suas generalizações.*<sup>109</sup>

---

<sup>107</sup> Em relação à essa questão figurativa, devemos ressaltar que Bachelard já chamava a atenção para sua importância, mas ainda não se pode argumentar que isso seja algo importante no conjunto de seu pensamento, ou seja, não é uma categoria do pensamento Bachelardiano. Mais modernamente, um profundo conhecedor do pensamento de Bachelard, considerado como seu continuador, François Dagognet, dedica a esse tema dois livros, que ressaltam exatamente o papel transformador das capacidades da representação figurativa na ciência contemporânea. Nossa interpretação é que a representação figurativa ainda não tinha, no tempo de Bachelard, a possibilidade tecnológica que tem hoje, e, como consequência, não foi por ele explorado filosoficamente de forma mais aprofundada. Mas, apesar disso, as passagens citadas revelam, a nosso ver, uma antevisão do papel das representações em geral para a construção do conhecimento.

<sup>108</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p.75.

<sup>109</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p.75-76.

Esses comentários, feitos na década de 1950, poderiam se enriquecer bastante hoje em dia, quando vimos que essas representações evoluíram não só para permitir a introdução do caráter dinâmico do fenômeno, como também para permitir um melhor intercâmbio entre o racional e a experiência.

É interessante ainda observar que essa experiência, racionalmente dirigida, geradora de uma representação do real, alimenta não só o processo racional, que procura incessantemente dominar os aspectos gerais e particulares do fenômeno, como também reorganiza a atividade de observação da rocha, do registro, ponto de partida e de chegada de toda a elaboração racional. Ou seja, ao mesmo tempo que o racionalismo aplicado reforma o avanço do saber, cria também um novo olhar para o começo, como a propor um eterno recomeçar da atividade racional.

Devemos atentar para o fato de que é também no domínio do racionalismo aplicado que se engendra o que denominamos *movimento do conhecimento*, que permite avançar do conhecimento em esquematismos, que produziu a representação analisada, para se defrontar com o erro e a necessidade do detalhamento, para a análise de sensibilidade às variáveis envolvidas, a troca das premissas, ou seja, para a investigação dinâmica e dialética do fenômeno, onde entram em cena o teórico e o experimental. Portanto, geral e particular, erro e retificação, subjetividade e objetividade, racionalismo e co-racionalismo se encontram no espaço desse racionalismo ativo e aberto, ou seja, é nele que se dá a mediação do universal com o singular, que é a pretensão do saber em Geologia.

É em função dessas argumentações que entendemos o racionalismo aplicado, espaço do contato do pensamento com a experiência por intermédio do trabalho técnico, como uma construção, relacionando esta com a noção de construção do objeto científico em Bachelard. A nosso ver, pretendemos ter justificado que, se o conhecimento em Geologia parte da observação do registro deixado na natureza, e se inicia por uma razão que se organiza inicialmente como qualidade, elaborando conceitos e os encadeando em teorias, é apenas quando este conhecimento retorna como experiência que o vemos florescer, pois se torna representação, e como tal tem um papel integrador e uma pretensão de objetividade,

permitindo alargar a razão e instruir a observação. É nessa construção que o conhecimento inicia o seu processo de aproximação.

Concluindo, pretendemos ter demonstrado que o pensamento epistemológico de Bachelard fundamenta o processo de construção do conhecimento em Geologia. Em primeiro lugar, argumentamos que tal fundamentação se inicia na forma como Bachelard se posiciona em relação ao real, que se reflete em sua ontologia, onde ele defende a idéia de que o real que nos aparece fragmentado, conseqüência da forma como o abordamos, ou seja, como conseqüência de nosso procedimento epistemológico. Defendemos também que sua visão do real como complexo, e da simplicidade como atributo do sujeito, o aproxima do objeto desta ciência. Resulta daí um método de conhecimento por aproximações, pois só assim seria possível avançar na compreensão de um real que nos surpreende. Ou seja, valorizamos aqui o que Bachelard denominou de uma filosofia do inexato, com suas conseqüências ontológicas e epistemológicas.

Nossa segunda argumentação para fundamentar a construção do conhecimento em Geologia a partir da epistemologia de Bachelard, residiu na valorização da ação como ferramenta de construção do conhecimento. Essa se faz via o racionalismo aplicado, ferramenta integradora e geradora de novos fenômenos, e de novas formas de enxergar esses fenômenos. Para tanto, tentamos demonstrar de que forma o teórico e a técnica podem se agrupar para produzir o racionalismo aplicado no conhecimento de nossa ciência.

Resta, para concluir, mostrar que os dois pontos da epistemologia de Bachelard, que discutimos ao longo deste trabalho, guardam uma conexão entre si. Acreditamos que um pensamento que ressalta o papel do inexato, da minúcia, e do detalhe, - característica essa que julgamos o fundamento para poder aplicá-lo às especificidades de nosso objeto -, e que advoga o papel da razão como elemento motor na construção do saber, deve necessariamente desembocar num acesso ao mundo por via da experiência, a fim de estabelecer o contato do pensamento com o real.

Essa experiência deve ser racionalmente instruída, no contexto de um racionalismo aplicado conforme argumentamos, pois é nesse encontro que se instaura o *movimento do conhecimento*, o advento do erro, a conquista do detalhe, a reforma do esquema, e a aproximação, mediada pela verificação e pela objetividade.

Até este ponto, estivemos trabalhando no tema da relação entre a filosofia e a ciência, mais precisamente entre uma filosofia e uma ciência. Abordamos essa relação pelo viés que, com certeza, interessaria a nosso autor. Bachelard procurou demonstrar que a ciência instrui a filosofia, e sua epistemologia é um reflexo dessa instrução. O que fizemos até aqui, foi argumentar que a epistemologia de Bachelard, em função de sua riqueza, pode fundamentar uma outra atividade científica, a Geologia. Esse foi o objetivo principal de nosso trabalho.

Ousaremos, daqui por diante, percorrer o caminho inverso, e mostrar de que forma a filosofia pode instruir a ciência. Vamos, para isso, defender a idéia de que a parceria entre ciência e filosofia das ciências deve ter mão dupla, no sentido em que ambas devem dialeticamente colaborar entre si. Nossa posição inicial tem raiz na vida prática do pesquisador em Geologia, que procura, no suporte filosófico, elementos para uma crítica ao seu trabalho.

Vamos, então, mostrar de que forma a ciência pode se beneficiar do pensamento epistemológico, ou seja, de que forma o trabalho crítico do filósofo, que se volta para a prática científica, pode oferecer uma contribuição ao cientista. Se decidimos falar de uma instrução da ciência pela filosofia, não é por querer reviver as discussões sobre as relações entre essas duas formas de saber, nem tentar estabelecer precedências, mas por que verificamos, em nossa convivência no ambiente científico e no filosófico, que suas abordagens são complementares, e, portanto, podem e devem conviver, pois ambas se enriquecem.

Sendo assim, procuraremos ressaltar alguns elementos que, na nossa trajetória de estudo do pensamento de Bachelard, chamaram a atenção, na medida em que poderiam, a

nosso ver, instruir o cientista, abrindo-lhe os horizontes, ampliando sua forma de conceber a construção do conhecimento do seu objeto. O primeiro elemento que vamos analisar é o conceito de pluralidade epistemológica<sup>110</sup>, já exposto ao longo desta dissertação, e da qual pretendemos explorar algumas conseqüências. O segundo conceito diz respeito ao rompimento entre o conhecimento científico e o conhecimento comum, abordado no livro **O racionalismo aplicado**. Esses dois pontos não são os únicos que poderiam ser levantados para realçar o papel instrutor do pensamento filosófico, mas são os que, na prática diária da atividade científica, se revelam importantes, porque são fundamentais para a compreensão do real e de nossa forma de conhecê-lo.

Para comentar o conceito de pluralidade epistemológica devemos lembrar que, para Bachelard, o real se apresenta a nós fragmentado, sendo resultado da forma como o construímos. Dessa forma, pretender esgotar um fenômeno a partir de um método, de uma teoria, ou de uma experiência, é uma tarefa destinada ao fracasso, pois o ser do fenômeno, em suas diversas formas de aparecer, é dinâmico, múltiplo, plural. Como ele nos diz nesta passagem, '*Para o cientista, o ser não é apreendido em bloco nem pela experiência nem pela razão...*'<sup>111</sup>. Pode-se, então, concluir que para se chegar ao ser é necessário uma pluralidade epistemológica, ou seja, abrir a razão, diversificar os métodos, multiplicar as medidas, desdobrar as experiências, uma vez que esse não é mais sinônimo de unidade, conforme diz Bachelard:

*...parece-nos que se devem introduzir na filosofia científica contemporânea princípios epistemológicos verdadeiramente novos. Um desses seria, por exemplo, a idéia de que os caracteres complementares devem ser inscritos*

---

<sup>110</sup> O que denominamos pluralidade epistemológica **não** se refere ao polifilosofismo que Bachelard apresenta em seu livro **A filosofia do não**. Neste livro, ele desenvolve a idéia de que uma única posição filosófica não é suficiente para entender a ciência contemporânea, e portanto é necessário um 'pluralismo filosófico, o único capaz de informar os elementos tão diversos da experiência e da teoria.' (Bachelard, G. *A filosofia do não*. Coleção Os Pensadores. Ed. Abril, 1979. p.8). Entendemos como pluralidade epistemológica, no escopo deste trabalho, a necessidade do sujeito diversificar os métodos, no sentido de compreender a complexidade do objeto, como ilustra a passagem da nota 35.

<sup>111</sup> Bachelard, G. *O novo espírito científico*. Coleção Os Pensadores. Ed. Abril, 1979. p.98.

*na essência do ser, em ruptura com esta tácita crença de que o ser é sempre o sinal da unidade...*<sup>112</sup>

A perspectiva bachelardiana que ressalta a tese da pluralidade epistemológica parece-nos bastante consistente, pois pressupõe a visão do real como novidade. A nosso ver, essa pluralidade pode ser vista como uma espécie de desdobramento do sujeito no sentido de encontrar a diversidade do objeto, como uma forma de abordagem desse objeto, que é complexo. Esse desdobramento pode ser melhor compreendido como uma necessidade que tem o cientista de diversificar seus métodos, de investigar outras alternativas de interagir com o objeto. A tese bachelardiana nos ensina que, ao alargarmos nossa posição epistemológica, permitimos ao objeto que se manifeste na sua multiplicidade, e ao sujeito que amplie seus instrumentos racionais.

A questão da pluralidade epistemológica nos parece interessante, pois vai permitir uma crítica ao procedimento científico sob dois aspectos: o primeiro em relação à posição metafísica, e o segundo em relação à própria forma de ação do cientista. Em relação à metafísica, acreditamos que a comunidade científica tem, ainda hoje, a marca de uma educação tradicional, em que o posicionamento metafísico está quase sempre associado a um realismo ingênuo. Não queremos aqui levantar os argumentos filosóficos de Bachelard contra o realismo ingênuo, mas, apenas, dizer que se entendemos um real como algo que independe completamente da nossa forma de interagir com ele, e pretendemos que nossos esquemas sejam capazes de enquadrar esse real, teremos comumente uma postura científica conservadora, pois não estaremos aptos a nos defrontar com a novidade. Partindo dessa perspectiva, vamos considerar o conhecimento como algo acabado. Em contrapartida, acreditamos que, ao considerarmos o ser como algo que se mostra de múltiplas formas, chegaremos à conclusão de que o conhecimento é uma aproximação do real. Estaremos, assim, nos posicionando de forma mais crítica, não só em relação ao conhecimento já construído, mas, também, e principalmente, em relação às possibilidades de novos progressos.

---

<sup>112</sup> *Ibidem*, p.98.

O segundo aspecto que queremos discutir em relação à pluralidade epistemológica é o que nos remete à uma crítica à forma de ação do cientista, no que tange ao problema da especialização na ciência. Ao considerarmos que o real se mostra como múltiplo, concluímos que a forma de abordá-lo também deve ser múltipla. Essa multiplicidade se reflete numa grande variedade de técnicas e ferramentas para o tratamento dos problemas de uma área, gerando a necessidade da especialização e domínio dessas diversas técnicas, o que nem sempre é possível para o mesmo cientista. Ou seja, é criada a figura do especialista.

O especialista é, então, resultado de uma ciência que se pluraliza em métodos e técnicas de forma a alcançar o real, de se aproximar desse real. Mas, paradoxalmente, ela não isola e particulariza o conhecimento. Para Bachelard, ela é sim um elemento de promoção de outras formas do saber, uma vez que

*... a especialização do pensamento científico tem uma recorrência tão profunda no passado do saber, que reencontra toda a eficácia dos pensamentos gerais, e estimula as especializações paralelas. Em suma: a especialização atualiza uma generalidade e prepara as dialéticas.<sup>113</sup>*

Essas dialéticas, que são preparadas pela especialização, concorrem para a necessidade de um momento de integração, que, segundo Bachelard, vai se dar pela ação do racionalismo integralizante, que toma os elementos dos racionalismos regionais numa dualidade de movimentos do fazer científico. Vejamos:

*...o racionalismo é uma filosofia mediata, média, uma filosofia transracional, devemos acompanhá-lo em seus dois movimentos, em seu movimento de assimilação e em seu movimento de distinção. A dualidade*

---

<sup>113</sup> Bachelard, G. *Actividad racionalista de la física contemporanea*. Ed. Siglo Veinte, p.19.: ‘...la especialización del pensamiento científico tiene una recurrencia tan profunda hacia el pasado del saber, que reencuentra toda la eficacia de los pensamientos generales, y estimula las especializaciones paralelas. En suma: la especialización actualiza una generalidad y prepara dialéticas.’

*do racionalismo integral e do racionalismo regional é uma dialética muito estreita...*<sup>114</sup>

Vemos então que a noção da pluralidade epistemológica aponta para a necessidade da multiplicidade de métodos e para o conhecimento aprofundado das especialidades. É importante perceber, entretanto, o papel que esse aprofundamento pode exercer. Ao contribuir para a aproximação do real, uma especialidade suscita nas demais novos aprofundamentos, alimentando, assim, os racionalismos regionais. Surge então a necessidade de uma dialética dos momentos da ciência, em que um racionalismo integrante deverá ter lugar para construir a coerência dos diversos saberes, expressos nos racionalismos regionais.

Analisando essa questão no contexto da Geologia, vemos que uma ciência que procura compreender um passado histórico a partir de registros esparsos, e cujos fenômenos são de uma complexidade incontestável, deverá se valer das diferentes técnicas. Tal como numa cena de crime, cada detalhe pode ter importância. Hoje em dia, uma grande quantidade de especialidades convivem e muitas vezes se destinam a apreensão de um mesmo fenômeno. Nesse cenário, uma crítica filosófica ao papel da especialização, deve repercutir na construção do conhecimento dessa ciência.

A maior repercussão, a nosso ver, diz respeito ao papel indutor da especialização, no sentido que Bachelard atribui a esse termo, ou seja, no sentido de invenção. Ou seja, o avanço de uma especialidade pode gerar a necessidade de avanços em outras especialidades. Essa relação entre especialidades coloca um desafio para a construção do conhecimento, pois ao mesmo tempo em que demonstra o aspecto primordial do especialista, aponta para a necessidade de integração, ou seja, define automaticamente um papel sintético para o racionalismo integralizante. Esse problema se reflete sobre o caráter social da construção do conhecimento, na medida em que diversos cientistas deverão estar envolvidos na produção desses saberes, como também na necessidade de um perfil variado

---

<sup>114</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p.158.

de cientistas, que possam exercer as funções analíticas das especialidades, sem perder o sentido de seu caráter sintético.

Além disso, esse tipo de crítica pode repercutir sobre o caráter, a nosso ver, negativo da especialização. Chamamos de caráter negativo o fato de a especialidade ser tomada, por alguns cientistas, como um fim em si mesmo, criando uma espécie de domínio privilegiado de acesso ao real a partir de uma técnica. Essa pretensão da especialidade tem, na epistemologia de Bachelard, uma crítica fundamentada, que permite perceber o movimento dialético do racionalismo regional e do racionalismo integralizante, valorizando esses dois momentos da construção do conhecimento.

Pode-se concluir, então, que essa forma de conceber o real e seu conhecimento, ou seja, um real como novidade e uma epistemologia que deve ser plural, pode não só fundamentar a prática científica atual, múltipla em metodologias e especialidades, como permitir uma crítica consistente dessa prática, apontando para a importância do papel da relação sujeito x objeto que se estabelece no racionalismo aplicado e, assim, contribuir para a forma como o cientista concebe o seu próprio objeto.

O outro aspecto importante que reforça o papel instrutor da filosofia em relação à ciência é relativo à diferença, estabelecida por Bachelard, entre o conhecimento comum e o conhecimento científico. Entre esses domínios, ao invés de continuidade, há ruptura, ou seja, não há como passar de um conhecimento comum a um conhecimento dito científico sem um esforço subjetivo e racional de renovação. No livro **O racionalismo aplicado**, numa passagem em que Bachelard demonstra o sentido dessa ruptura, ele afirma:

*...talvez devido às revoluções científicas contemporâneas se possa falar, no sentido da filosofia comtiana<sup>115</sup>, de uma quarta idade<sup>116</sup>....A quarta idade,*

---

<sup>115</sup> ver nota 24

<sup>116</sup> “Segundo Augusto Comte, a humanidade passa através de três estágios, ou idades: o teológico, o metafísico e o positivo. No primeiro os fenômenos são vistos como produto da ação direta dos agentes sobrenaturais. No segundo, são explicados em função de essências, idéias ou forças abstratas. No estágio positivo, o homem procura descobrir as leis efetivas da natureza, isto é, suas relações invariáveis de sucessão e semelhança.” (REALE, G. & ANTISERI, D. *História da Filosofia*. Vol 3. São Paulo, Ed. Paulus, 1991.

*Época Contemporânea, realiza precisamente a ruptura entre o conhecimento vulgar e o conhecimento científico..<sup>117</sup>.*

Para abordar esse ponto de forma mais aprofundada, devemos nos valer da proposta do livro **O novo espírito científico**, que é a de mostrar a novidade da ciência contemporânea. Não vamos nos estender muito, na medida em que não é nosso objetivo nesta dissertação analisar o conceito de ruptura em Bachelard mas, a nosso ver, esse conceito é importante para compreender o distanciamento entre o conhecimento comum e o científico.

Ao longo do desenvolvimento de **O novo espírito científico**, a preocupação de Bachelard é mostrar que o objeto da ciência contemporânea não é mais o objeto imediato, intuitivamente apreendido pelos sentidos, e cujas relações podemos estabelecer ao isolar as partes do fenômeno e estudá-las separadamente. Ao contrário, essa ruptura se dá ao nível do sensível, pois o novo objeto, ao qual a ciência se dedica, é de natureza contra – intuitiva. Em função disso, não é mais possível uma apreensão imediata deste objeto. Ela é, doravante, mediada, como diz Bachelard:

*Já a observação tem necessidade de um corpo de precauções que levem a refletir antes de olhar, precauções que reformem pelo menos a primeira visão, de modo que a boa observação nunca seja a primeira. A observação científica é sempre polêmica: confirma ou infirma uma tese anterior, um esquema prévio, um plano de observação; mostra demonstrando; hierarquiza as aparências; transcende o imediato...<sup>118</sup>*

Vemos que o caráter não intuitivo está relacionado ao conceito de ruptura, pois é complicando a intuição, vindo de uma nova forma, numa segunda visada, mais

---

p.297/298.). Segundo Bachelard, a novidade da ciência contemporânea necessitaria, no esquema comtiano, de uma quarta idade.

<sup>117</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p.121.

<sup>118</sup> Bachelard, G. *O novo espírito científico*. Coleção Os Pensadores. Ed. Abril, 1979. p.96.

influenciada pelo racional do que pelo imediato, que podemos fazer avançar o conhecimento, instaurando a novidade do saber, num domínio do racionalismo aberto.

A observação, então, deverá ser algo que ultrapassa o imediato e pressupõe um procedimento racional anterior a ela, pois se trata, no conhecimento, de aceder a entidades não dadas imediatamente à intuição, como ele nos diz

*Na verdade, o que é a crença na realidade, o que é a idéia de realidade, qual é a função primordial do real? É essencialmente a convicção de que uma entidade ultrapassa seu lado imediato, ou, para falar mais claramente, é a convicção de que se encontrará mais no real oculto do que no dado evidente.<sup>119</sup>*

Ao afirmar a ruptura entre o conhecimento comum e o científico, Bachelard, mais uma vez, defende a tese da complexidade essencial do fenômeno. Essa complexidade só pode ser apreendida quando instauramos um processo dominado por uma razão produtora, geradora de novos conceitos, em contraposição com verdades estabelecidas. O texto de **O novo espírito científico**, apresenta vários exemplos através dos quais mostra a abertura do racionalismo, rompendo com a intuição imediata, como nessa passagem em que se delinea o surgimento das geometrias não – euclidianas:

*Mas essa estrutura geométrica que se acreditou para sempre característica da inteligência humana é deveras definitiva? É o que se pode negar doravante uma vez que a física contemporânea está efetivamente em vias de se constituir sobre esquemas não euclidianos. Para isso bastou que o físico viesse tratar um novo terreno com toda independência de espírito, após uma psicanálise dos exercícios euclidianos.<sup>120</sup>*

---

<sup>119</sup> Ibidem, p.105.

<sup>120</sup> Bachelard, G. *O novo espírito científico*. Coleção Os Pensadores. Ed. Abril, 1979. p.109.

A ruptura entre conhecimento comum e científico instaura, então, uma observação mediada pela razão, cuja construção se dá através da abstração da matemática e da concretude da técnica, pois ‘...trata-se nada menos do que o primado da reflexão sobre a aprecepção, nada menos que da preparação noumemal dos fenômenos tecnicamente constituídos...’<sup>121</sup>.

Ao ressaltar esse aspecto do pensamento de Bachelard, nosso objetivo é o de chamar a atenção para a importância que a noção de ruptura do conhecimento científico em relação ao conhecimento comum pode ter como instrutor do trabalho do cientista. Mostramos que a prática do desenvolvimento científico em Geologia se faz dentro do contexto do racionalismo aplicado, e que o conjunto de produtos gerados pela atividade do pesquisador representa elementos intermediários entre a necessidade de uma razão aberta para os fenômenos complexos da natureza, e o compromisso com a objetividade. Dissemos também que, nesse domínio do racionalismo aplicado, em função das técnicas hoje disponíveis, podem ser gerados modelos que simulam fenômenos e que permitem que os mesmos sejam visualizados, instaurando um movimento dialético entre a razão e a experiência.

O que propomos é que esse espaço intermediário, onde se desenvolve o trabalho de interação razão – experiência, pode ser compreendido como um espaço pedagógico, onde de um lado está a necessidade de se compreender e modelar relações causais complexas que envolvem o fenômeno, e de outro está a reeducação da nossa intuição a partir da visualização dessas interações complexas. Resumindo, cremos que esse espaço de trabalho, expresso pelo racionalismo aplicado, e exercido através de múltiplas alternativas metodológicas, é, na verdade, uma forma de reeducação não só da razão, mas também da intuição, resultando numa intuição sensível renovada pelo contato com o experimento racionalmente construído.

Sendo assim, cremos ser de bastante valor para a ciência realçar o aspecto pedagógico da renovação da intuição sensível, pois ela, ao ser modificada em função do

---

<sup>121</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p.123.

projeto racional, não só encontra aí seu fundamento ou explicação, mas abre à ciência possibilidades de expansão, pois agrega ao poder da razão os recursos de uma sensibilidade renovada. Ao perceber esse espaço como pedagógico, o cientista pode conscientemente construir uma ponte entre a razão e a sensibilidade instruída, multiplicando as formas de apreensão do fenômeno.

Concluindo, abordamos neste capítulo os dois objetivos a que nos propusemos nesta dissertação. Em primeiro lugar procuramos mostrar que o pensamento epistemológico de Bachelard fundamenta a prática da construção do conhecimento em Geologia. A argumentação desenvolvida se baseia na proposta bachelardiana de que o conhecimento é sempre aproximado, proposta essa que encontra paralelo na sua visão do real como algo sempre novo. Essa novidade vem do papel que ele atribui ao detalhe, à minúcia, à necessidade do sujeito de compreender as múltiplas formas de aparecer desses fenômenos. A nosso ver, essa importância do detalhe está de acordo com as especificidades do objeto geológico que procuramos caracterizar como agregando elementos de uma ciência da natureza e de uma ciência histórica, e cujas conseqüências principais são a complexidade e a singularidade.

Essa visão do real, por parte de Bachelard, aponta para a necessidade de um conhecimento que se construirá por vias da aproximação. O papel do cientista é então o de, guiado por um movimento inicialmente racional, dar acesso à uma experiência construída, para fazer o mundo da razão interagir com o mundo do fenômeno, e assim se aproximar do conhecimento pela retificação dos erros resultantes desse contato. Procuramos demonstrar que tal ação, desenvolvida no domínio do racionalismo aplicado, se enquadra muito bem na forma de construção do conhecimento em Geologia, dado que esse necessita que se interponha aos conceitos e teorias elaboradas pela razão, os elementos intermediários representados pelas interpretações na formas de modelos, para assim poder explicar os registros esparsos que são as marcas dos fenômenos estudados. Acreditamos, assim, ter podido demonstrar que o pensamento Bachelardiano fundamenta a forma como se faz a ciência em Geologia, ainda que esse pensamento tenha se constituído à partir das reflexões sobre a Física e a Química.

Nosso segundo objetivo foi o de tentar verificar de que forma o pensamento epistemológico poderia ser instrutor para o cientista, ou seja, de que maneira uma reflexão filosófica poderia contribuir para o pensamento científico.

Abordamos inicialmente a questão da pluralidade epistemológica, que a nosso ver é um conceito relacionado à forma como Bachelard concebe a relação sujeito x objeto, ou seja, à sua visão do ser como algo dinâmico, e que se mostra de forma diferente na medida em que é provocado diferentemente pelo sujeito. Demonstramos que esse tipo de posicionamento filosófico é extremamente enriquecedor para o cientista na medida em que lhe permite abrir a razão, formada nas tradições do realismo ingênuo e da crença na imobilidade do real, permitindo, assim, uma compreensão melhor da necessidade da pluralidade epistemológica. Dentro desse contexto, é possível uma crítica positiva ao papel da especialização dos campos do saber, e das relações entre esses campos, bem como uma visão mais fundamentada da necessidade dos momentos de análise e de síntese do conhecimento. Poderíamos, com risco de não sermos rigorosos, advogar aqui a contribuição de uma ontologia à formação do cientista.

O segundo ponto que procuramos chamar atenção foi com relação à noção de que a novidade da ciência contemporânea representa uma ruptura com o conhecimento comum. Esse rompimento aponta para uma desvalorização do conhecimento que se constrói numa primeira aproximação do objeto. Ao advogar que o conhecimento científico se dá no segundo momento, quando a experiência se torna instruída racionalmente, Bachelard aponta não só para a complexidade essencial do real, que exige uma razão que se aprofunda e que revela o valor positivo da especialização, mas também demonstra que o papel da intuição sensível é na verdade reformado, uma vez que o objeto é apreendido a partir de uma construção racional. Para o cientista, essa informação o autoriza a entender que o domínio do racionalismo aplicado, espaço no qual ele constrói o seu saber, é na verdade um espaço pedagógico, onde se permite uma relação dialética entre uma razão que se complexifica e uma sensibilidade reconstruída que a alarga. Poderíamos, com risco não sermos rigorosos, advogar aqui a contribuição de uma pedagogia à formação do cientista.

Acreditamos ter demonstrado que a reflexão filosófica, ao abordar o procedimento científico por outro viés, pode ampliar a concepção do cientista sobre o seu objeto. De um lado procuramos ter ressaltado o papel que a pluralidade epistemológica pode exercer no sentido de demonstrar as necessidades da abertura da razão.

De outro lado, pretendemos ter mostrado de que forma o conhecimento científico atual se distancia do conhecimento vulgar, apontando para a necessidade da complicação da razão, e das possibilidades de que a aventura do conhecimento lance mão dos recursos tecnológicos para associar razão e sensibilidade renovada, num movimento dialético que deverá ser capaz de, partindo dos anseios de uma razão que quer enformar, permitir aceder a um conhecimento que quer também compreender o detalhe, a minúcia e a singularidade.

## CONCLUSÃO

Nessa última parte, cuja tarefa é dar um fechamento à esta dissertação, procuraremos abordar duas questões ligadas ao nosso trabalho. Em primeiro lugar vamos mostrar, a partir do pensamento de Bachelard, qual a tarefa de uma filosofia das ciências e sua relação com a ciência propriamente dita, uma vez que, tendo tentado essa aproximação, julgamos tal questão importante para melhor contextualizar o nosso projeto.

Em segundo lugar, pretendemos apresentar nossas conclusões de uma forma mais geral, numa tentativa de demonstrar o papel que o encontro com a reflexão filosófica pode ter no sentido de ampliar o horizonte científico.

Para tentar esboçar o que seria a tarefa da filosofia das ciências e sua relação com a ciência, gostaríamos de começar pelo panorama da filosofia das ciências francesa do século XX, cenário onde nasceu o pensamento epistemológico de Bachelard. Seguindo Dagognet, essa ‘...se singularizou por um lado por seu interesse pela história das ciências e por outro por uma forma original de espiritualismo...’<sup>122</sup>. Avançando a discussão sobre a vertente de interesse da história das ciências, Dagognet tenta estabelecer que essa epistemologia vai mostrar sua relação com a ciência a partir de três perspectivas distintas. Na primeira, ela se coloca anteriormente à ciência, procurando definir suas condições de possibilidade, o que a favorece ou a precipita, e cuja raiz se encontra no projeto kantiano. Na segunda perspectiva ela se coloca após a ciência, procurando delinear o que a atrasa ou mesmo a impede de progredir. Na terceira, a epistemologia se coloca dentro da própria ciência, o que, segundo Dagognet, é seu lugar por excelência. Sua tarefa aqui é a de ‘...afastar a parte contingente, analisar a materialidade da solução ou da resposta, afim de reter o método (o caminho)

---

<sup>122</sup> Dagognet, F. Qu’est-ce que l’epistemologie. In *Les outils de la reflexion – Epistemologie*. Institut Synthélabo, 1999. p.17.: ‘...s’est singularisée à la fois par son intérêt pour l’histoire des sciences et par une forme originale de spiritualisme.’

*que permitiu a vitória. A epistemologia está para ciência assim como a estratégia para a história militar...*<sup>123</sup>

A epistemologia, nesta terceira perspectiva, se instauraria como a lógica do procedimento científico, como uma resenha dos acertos da ciência que, além de poder ser feita pelo próprio cientista, é também uma atribuição do epistemólogo, já que o primeiro não poderia ser o crítico de seu próprio trabalho, ou, como nos diz Dagognet, ‘... *é difícil ser ao mesmo tempo autor e testemunha, fotografado e fotógrafo...*’<sup>124</sup>.

Ao analisarmos o primeiro capítulo do livro **A atividade racionalista da física contemporânea**, intitulado “As tarefas da filosofia das ciências”, vemos que o posicionamento de Bachelard sobre esse tema concorda com a terceira perspectiva colocada por Dagognet, ou seja, ela deve ser feita com o objetivo de lhe compreender os valores, ou como ele mesmo nos diz no texto que se segue:

*Em particular é sem dúvida à ela que corresponde a tarefa de mostrar a importância do caráter inter-subjetivo, do caráter histórico e social, em reação mesma contra os próprios costumes do pensamento filosófico. A filosofia das ciências está encarregada de pôr em evidência os valores da ciência.*<sup>125</sup>

Para o cumprimento dessa tarefa, é necessário que o epistemólogo se aproxime do cientista pois ‘...*para levar a cabo esta tarefa teria que centrar as observações sobre temas precisos e penetrar até o fundo mesmo das dificuldades da ciência moderna.*’<sup>126</sup> O risco da não

---

<sup>123</sup> Dagognet, F, Qu’est-ce que l’epistemologie. In *Les outils de la reflexion – Epistemologie*. Institut Synthélabo, 1999. p.22.: ‘...d’écarter la part de contingence, voire la matérialité de la solution ou de la réponse, afin de ne ressaisir que la méthode (le chemin) qui a permis la victoire...L’epistemologie est à la science ce que la stratégie est à l’histoire militaire.’

<sup>124</sup> Idem, p.23.: ‘... il est difficile d’être à la fois auteur et témoin, photographié et photographe.’

<sup>125</sup> Bachelard, G. *Actividad racionalista de la física contemporánea*. Ed. Siglo Veinte, p.17.: ‘En particular es sin duda a ella que corresponde la tarea de mostrar la importancia del carácter inter-subjetivo, del carácter histórico y social, en reacción misma contra las propias costumbres del pensamiento filosófico. La filosofía de las ciencias está encargada de poner en evidencia los valores de la ciencia.’

<sup>126</sup> Bachelard, G. *Actividad racionalista de la física contemporánea*. Ed. Siglo Veinte, p.25.: ‘Para llevar a cabo esta tarea habría que centrar las observaciones sobre temas precisos y penetrar hasta el fondo mismo de las dificultades de la ciencia moderna.’

aproximação, segundo Bachelard, é produzir uma filosofia das ciências deslocada da realidade da própria ciência, pois *‘...quem se crê filosoficamente espiritual se revela como bem ingênuo no juízo dos valores científicos...A ciência segue tranqüilamente seus caminhos.’*<sup>127</sup>

Nesse ponto julgamos importante realçar dois aspectos de nossa trajetória ao longo desse trabalho. Em primeiro lugar, nossa experiência no contato com o pensamento epistemológico de Bachelard, principalmente no que diz respeito aos elementos que retiramos para cotejar com a ciência geológica, reforça o posicionamento de que seu pensamento se situa na própria ciência, e seu projeto é o de fazer aparecer os valores desta. O segundo comentário se refere ao final da citação, quando ele sugere que ao cientista pouco importa o caminho do pensamento epistemológico, pois ela segue tranqüilamente o seu caminho. Se assim é, é necessário que se responda a questão: pode a filosofia das ciências interessar ao cientista, ou seu trabalho de levantamento de seus valores se encerra dentro do universo filosófico?

É nesse contexto que nos propusemos a escrever esta dissertação. Acreditamos que a crítica ao procedimento científico não deve ficar restrita ao contexto da própria filosofia, mas retornar à ciência. Ao fazer epistemologia, o filósofo aborda o problema dos valores da ciência a partir de um olhar distinto do científico, e faz surgir temas e questões que não existiriam caso essa crítica fosse exercida pelo próprio pesquisador. Se assim é, essa reflexão pode ter, a nosso ver, além do papel filosófico, o potencial de permitir uma melhor compreensão dos procedimentos científicos, contribuindo com a prática da ciência. Mas não se trata aqui de defender uma interferência da filosofia na ciência, pois, a nosso ver, esta de fato segue tranqüilamente o seu caminho, mas apenas argumentar que esse caminho seria melhor iluminado se admitisse a crítica epistemológica.

Nosso segundo objetivo é o de apresentar, de uma forma mais geral, nossas conclusões, de forma a esclarecer o papel que defendemos para a filosofia das ciências.

---

<sup>127</sup> Idem, p.19.: *‘Quien se cree filosóficamente espiritual se revela como bien ingenuo en el juicio de los valores científicos...La ciencia sigue tranquilamente sus caminos.’*

Conforme já amplamente visto, partimos das características de uma área do saber, a Geologia, que congrega os elementos das ciências naturais e das ciências históricas, e definimos suas especificidades. Em seguida levantamos alguns pontos do pensamento epistemológico de Bachelard que julgamos adequados para fundamentar as especificidades que caracterizam essa ciência. Nossa terceira tarefa foi a de demonstrar que, a partir das categorias desse pensamento, podíamos descrever o procedimento de construção do conhecimento dessa ciência, tal qual ela se faz hoje, bem como alargar o horizonte de reflexão do cientista a partir do seu encontro com a reflexão filosófica.

Queremos agora enfatizar os pontos do pensamento Bachelardiano que, a nosso ver, mais contribuíram para que esse projeto fosse esboçado. Em primeiro lugar, acreditamos que a sua trajetória, migrando do contexto da ciência para o da filosofia, em muito contribuiu para que ele introduzisse um papel relevante para a experiência no contexto da epistemologia. Foi possivelmente da sua vivência como professor de Química e Física, em especial em laboratórios, que o fez produzir uma visão do real como algo não estático, como algo para o qual contribuem diversos elementos, e perceber que a natureza dos fenômenos é complexa, situando a simplicidade muito mais nos anseios do sujeito do que nas vicissitudes do objeto. Essa complexidade da natureza foi apresentada por Bachelard na forma de uma filosofia do inexato, chamando atenção para o papel do detalhe na constituição dos fenômenos, e na importância da sua racionalização para se atingir uma generalidade de segunda instância.

A noção sobre a complexidade da natureza e o papel do detalhe foi o que permitiu que pudéssemos pensar na utilização de uma epistemologia elaborada sobre a Física e a Química para aplicar à Geologia, uma vez que as especificidades desta a levam a estudar fenômenos complexos e com efeitos de singularidade. A abordagem da natureza feita por Bachelard se mostrou, a nosso ver, adequada, pois muitos dos problemas da Física e da Química são hoje estudados desde um ponto de vista da complexidade, como procuramos demonstrar no primeiro capítulo.

É então compreensível que a epistemologia que surge dessa visão da natureza abra a possibilidade de um papel mais ativo para a experiência, pois o primeiro movimento racional não será capaz de explicar a complexidade do fenômeno. É necessário, então, que essa razão se abra, que trabalhe em contato com o objeto no domínio do racionalismo aplicado, modificando esse objeto e se modificando, na medida em que percebe que o primeiro esquema é apenas uma primeira tentativa.

Essa forma de reflexão sobre a ciência abre dois caminhos que são, a nosso ver, muito importantes. Por um lado, ao propor a modificação do objeto no contato com o sujeito, questiona a imobilidade do ser do fenômeno, apontando para a necessidade da pluralidade metodológica e da intervenção da técnica com o intuito de se aproximar desse objeto que é dinâmico, que é devir. Por outro lado, ao dar ênfase à complexidade da natureza, impõe que a razão se especialize, se abra e se aprofunde a partir do contato construído racionalmente. Ou seja, conforme dissemos na Introdução, é a partir da relação sujeito x objeto, na perspectiva de um objeto móvel e complexo que demanda uma ação racional sempre renovada, que podemos fundamentar a construção do conhecimento em Geologia com as categorias do pensamento bachelardiano.

Vemos, então, a dupla tendência deste conhecimento. De um lado a necessidade do aprofundamento, uma vez que a razão percebe aí motivos de conquista, e demonstra que a intuição sensível deve ser renovada para se aproximar da compreensão dessa complexidade natural. De outro, a necessidade de abertura para os novos métodos, ou seja de uma pluralidade epistemológica, que vai permitir, a partir das diversas formas de concretizar o objeto, fazê-lo surgir nas suas mais diversas manifestações, podendo, assim se aproximar dele numa perspectiva mais sintética.

A nosso ver, essas duas tendências, aprofundamento e alargamento, se inserem no contexto do *movimento do conhecimento*, que é o de produzir generalidades cada vez mais consistentes e mais aproximadas a partir da conquista do papel do detalhe, da minúcia, do irracional. Nossa meta aqui é demonstrar que essa visão, produzida pela filosofia das ciências, deve retornar à ciência, como ferramenta de análise dos procedimentos de

construção do conhecimento, permitindo caracterizar o papel de cada uma de suas etapas neste projeto social que é a construção de um saber. Sua tarefa é a análise crítica, e como tal, ao abordar a prática de maneira mais abrangente, tem o poder de reformar essa própria prática.

A visão do alargamento coloca em pauta a questão da necessidade de um momento sintético, do estabelecimento das relações entre os avanços racionais do saber nas diversas especialidades, e da impossibilidade do esgotamento desse saber no contexto de uma só metodologia. É da coerência entre as racionalidades especializadas que surge a síntese, denominada por Bachelard de transracionalidade, que deverá estar presente na prática da ciência.

A visão do aprofundamento, associado à noção de ruptura com o senso comum, dá um lugar de destaque à especialidade, e ensina que no domínio do racionalismo aplicado instaura-se um processo pedagógico. A reforma da razão, ao produzir uma reforma da intuição sensível a partir das novas técnicas de simulação e visualização tridimensional, lança esta no campo da percepção dos fenômenos complexos, e permite que a dialética que se instala possa ser enriquecida, onde razão, experiência, observação e ação possam superar a intuição primeira, instaurando um segundo movimento de aproximação.

Ao terminarmos o trabalho, gostaríamos mais uma vez de chamar atenção para o que consideramos a característica fundamental do pensamento de Bachelard, que é a de se constituir como uma abertura para o novo, impondo uma necessidade constante de retomada, de revisão, de reconquista, movida por uma vontade de saber que não se detém diante do erro, mas que, através da razão renovada o ultrapassa, como ilustra esta passagem:

*Não existe fracasso radical, mas também não existe êxito definitivo. O pensamento científico, em virtude de seu próprio progresso, está em vias de constantes transformações de suas bases, em via de incessantes remanejamentos. É-nos preciso, pois, continuamente prestarmos*

*atenção à essa franja em que o espírito está dividido entre as satisfações globais e as insatisfações parciais, onde muitas coisas seguem, mais alguma coisa não anda... Trata-se de agora de assistir à ligação do fundamentalmente conhecido com o proximamente conhecível, colocando bem fora do jogo o totalmente incognoscível.*<sup>128</sup>

Ou seja, ‘...é preciso renovar o espírito ao contato com a experiência nova...Em resumo, trata-se de realizar profundamente, filosoficamente, toda experiência de novidade’.<sup>129</sup>

---

<sup>128</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p.59.

<sup>129</sup> Bachelard, G. *O racionalismo aplicado*. Zahar Editores, 1977. p. 55.

## BIBLIOGRAFIA

### Obras de Bachelard:

BACHELARD, G. *Essai sur la connaissance approchée*. Paris, J.Vrin, 1973.

\_\_\_\_\_. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro, Contraponto, 2004.

\_\_\_\_\_. *O novo espírito científico*. São Paulo, Abril, 1979. (Os Pensadores)

\_\_\_\_\_. *A filosofia do não*. São Paulo, Abril, 1979. (Os Pensadores)

\_\_\_\_\_. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro, Contraponto, 1996.

\_\_\_\_\_. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro, Zahar, 1977.

\_\_\_\_\_. *La actividad racionalista de la física contemporánea*. Ediciones Siglo Veinte, Buenos Aires.

\_\_\_\_\_. *O materialismo racional*. Lisboa, Edições 70, 1990

\_\_\_\_\_. *A dialética da duração*. São Paulo, Ática, 1994.

\_\_\_\_\_. *La intuición del instante*. México, Fondo de Cultura Económica, 2000.

\_\_\_\_\_. *A poética do espaço*. São Paulo, Abril, 1979. (Os Pensadores)

\_\_\_\_\_. *A terra e os devaneios da vontade*. São Paulo, Martins Fontes, 2001.

\_\_\_\_\_. *La flame d'une chandelle*. Paris, Quadrige / PUF, 1996.

\_\_\_\_\_. *El compromiso racionalista*. Siglo Veintiuno.

\_\_\_\_\_. *Études*. Paris, J.Vrin, 1970.

Obras sobre Bachelard:

ALMEIDA, F. F. *Sobre uma poética do homem no pensamento de Gaston Bachelard*.

COLÓQUIO INTERNACIONAL GASTON BACHELARD: RAZÃO E IMAGINAÇÃO, Rio de Janeiro, 2003.

BARBOSA, E. *Gaston Bachelard. O arauto da pós-modernidade*. Salvador, Ed. EDUFBA, 1996.

BULCÃO, M. *A racionalismo da ciência contemporânea – Uma análise da epistemologia de Gaston Bachelard*. Londrina, Ed. UEL, 1999.

CASTELÃO-LAWLESS, T. *Phenomenotechnique in historical perspective: its origins and implications for philosophy of science*. Philosophy of Science, Vol 62, n-1,44-59, 1995.

DAGOGNET, F. *Bachelard*. Paris, PUF, 1972.

GIL, D. *Bachelard et la culture scientifique*. Paris, PUF, 1993.

GINESTIER, P. *Pour connaître la pensée de Bachelard*. Paris, Bordas, 1968.

LESCURE, J. *Bachelard aujourd'hui*. Paris, Clancier-Guénaud, 1986.

LECOURT, D. *Epistemologia*. Rio de Janeiro, Zahar, 1977.

\_\_\_\_\_. *L'epistemologie historique de Gaston Bachelard*. Paris, J.Vrin, 1969.

\_\_\_\_\_. *Bachelard. Le jour et la nuit*. Bernard Grasset, 1974.

JAPIASSU, H. *Introdução ao pensamento epistemológico*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1979.

Obras de apoio:

BLANC, M. F. *Introdução à ontologia*. Lisboa, Instituto Piaget, 1997.

BULCÃO, M. *Uma epistemologia da pedra*, Anais do IV Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. São Paulo, Ed. Anablume, 1993.

\_\_\_\_\_. *Uma epistemologia do espaço concreto*. Anais do VII Seminário de História da Ciência e da Tecnologia, Sociedade de História da ciência. Campinas, Ed. UNICAMP. 1994.

BUNGE, M. *Intuición y razón*. Madrid, Editorial Tecnos, 1986.

COHEN -TANNOUDJI, G. *Vitualité et réalite dans les sciences*. Editions Frontiers, 1995.

DAGOGNET, F. *Une épistémologie de l'espace concret*. Paris, J. Vrin, 1977.

\_\_\_\_\_. *Ecriture e Iconographie*. Paris, J. Vrin, 1973.

\_\_\_\_\_. *Les outils de la réflexion – Epistemologie*. Institut Synthélabo, 1999.

DELACAMPAGNE, C. *História da filosofia no século XX*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1997.

FOUCAULT, M. *As palavras e as coisas. Uma arqueologia das ciências humanas*. São Paulo, Martins Fontes, 2002.

GRANGER, G. G. *O irracional*. São Paulo, Unesp, 2002.

HILBORN, R.C. *Chaos and nonlinear dynamics*. Oxford University Press, 1994.

KLIR, G. *Trends in general systems theory*. Wiley-Interscience, 1972.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva, 2001.

MORIN, E. *Ciência com consciência*. Bertrand Brasil, 2001.

\_\_\_\_\_. *A necessidade de um pensamento complexo*. In: Mendes, C. (org) e Larreta, E. (ed), *Representação e Complexidade*. Garamond Universitária, 2003. P69-78.

NOUVEL, P., *Enquête sur le concept de modele*. Paris, PUF, 2002.

POPPER, K. R. *A lógica da investigação científica*. São Paulo, Abril, 1975. (Os Pensadores)

PRIGOGINE, I. *O fim da certeza*. In: Mendes, C. (org) e Larreta, E. (ed), *Representação e Complexidade*. Rio de Janeiro, Garamond Universitária, 2003. p47-68

RUELLE, D. *Chance and Chaos*. Princeton, Princeton Science Library, 1993.

SCHLICK, M. *A causalidade na física atual*. São Paulo, Abril, 1975. (Os Pensadores)

STENGERS, I. *L'invention des sciences modernes*. Édition Flammarion, 1995.

STENGERS, I e PRIGOGINE I., *Entre o tempo e a eternidade*. São Paulo, Companhia das Letras, 1992.

Obras sobre Geologia e epistemologia da Geologia:

CHAMBERLIM, T. C. Studies for students. *The method of multiple working hypotheses*. The Journal of Geology, Chicago, vol 5, n-8.1897. p837-848.

COMPIANI, M. *Uma breve comparação entre as concepções de ciências geológicas analíticas e as concepções dialéticas*. In: COLÓQUIO BRASILEIRO DE HISTÓRIA E TEORIA DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO, 1, 1988, Trabalhos...Campinas, Lopes, M.M. e Figueroa, S.F. M. (orgs). O conhecimento geológico na América Latina – Questões de História e Teoria, IG-Unicamp, Campinas, 1990. p283-300.

COSENTINO, L. *Integrated reservoir studies*. Paris, Editions TECHNIP, 2001.

CROSS, T. A e HARBAUGH, J.W *Quantitative dynamic stratigraphy: a workshop, a philosophy, a methodology*, in Quantitative Dynamic Stratigraphy. Ed Prentice Hall, 1989. p3-20.

FORTES, P.T.F. *Mudanças no currículo do curso de graduação em Geologia da Universidade de Brasília: Um convite à reflexão*. Cadernos IG-UNICAMP, Campinas, Vol 5, n-2:3:21, 1995.

GUNTAU, M. *The emergence of Geology as scientific discipline*. History of Science, vol. 16, 1995. p280-290.

- JOHNSON, D. *Role of analysis in scientific investigation*. In: Albritton, C. C., ed. *Philosophy of geohistory:1785-1970*. Halsted Press, 1975. p 153-185.
- KITTS, D.B. *Physical theory and geological knowledge*. *The Journal of Geology*, Vol 82, 1974. p1-23.
- MACKIN, J. H. *Rational and empirical methods of investigation in Geology*. In: Albritton, C. C., ed. *Philosophy of geohistory:1785-1970*. Halsted Press, 1975. p186-214.
- MENEGAT, R & FERNANDES, L.A.D. *O método da investigação científica na Geologia: uma abordagem através do exemplo heurístico da caixa-preta*. São Paulo, *Revista Brasileira de Geociências*, 24(3): 177 – 188, 1994.
- \_\_\_\_\_. *Modelos analógicos: O que eles provam? Uma discussão do seu significado metodológico na tectônica*. In: *Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, III*. Rio de Claro, SP. 1991.
- PASCHOALE, C. *Dupin geólogo? Uma abordagem semiótica para a Geologia e o conto policial*. In: *COLÓQUIO BRASILEIRO DE HISTÓRIA E TEORIA DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO*, 1, 1988, *Trabalhos...*Campinas, Lopes, M.M. e Figueroa, S.F. M. (orgs). *O conhecimento geológico na América Latina – Questões de História e Teoria*, IG-Unicamp, Campinas, 1990. p241-258.
- RICCARDI, A. C. *Geologia: Protociencia, especulación o ciencia?*. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol XXXII, 1977. p52-69.
- SLINGERLAND, R. *Predictability and chaos in quantitative dynamic stratigraphy*. In: Cross, T.A. e HARBAUGH, J.W. *Quantitative Dynamic Stratigraphy*, Ed Prentice Hall, 1989. p45-53.

SOUZA, W.S.T. *Ensaio sobre teoria do conhecimento geológico: o conceito de totalidade nos estudos da Terra*. In: COLÓQUIO BRASILEIRO DE HISTÓRIA E TEORIA DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO, 1, 1988, Trabalhos...Campinas, Lopes, M.M. e Figueroa, S.F. M. (orgs). O conhecimento geológico na América Latina – Questões de História e Teoria, IG-Unicamp, Campinas, 1990. p273-282.

TIKHOMIROV, V.V. *An attempt to analyze the development of Geology as a science*. International Geology Reviews, Washington, vol. 13, n-1:22-29, 1971.

TURCOTTE, D.L. *Fractals and chaos in geology and geophysics*. Cambridge University Press, 1992.

WATSON, R. A. *Explanation and prediction in Geology*. The Journal of Geology, vol. 77. 1969. p488-494.