

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**RENATA DA SILVA TRINTIN**

**A EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA E ALGUMAS DE SUAS IMPLICAÇÕES  
NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MARINGÁ**

**2016**

RENATA DA SILVA TRINTIN

**A EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA E ALGUMAS DE SUAS IMPLICAÇÕES  
NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Física.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Gardelli

MARINGÁ

2016

RENATA DA SILVA TRINTIN

**A EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA E ALGUMAS DE SUAS IMPLICAÇÕES  
NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Física.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Daniel Gardelli (orientador)  
(Universidade Estadual de Maringá - UEM)

---

Prof. Dr. Breno Ferraz de Oliveira  
(Universidade Estadual de Maringá - UEM)

---

Prof. Dr. Luciano Carvalhais Gomes  
(Universidade Estadual de Maringá - UEM)

Maringá, 17 de Fevereiro de 2016.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, em específico minha mãe, pelo incentivo.

Agradeço ao João Paulo pelo apoio e por tudo que me ensinou e continua ensinando.

Agradeço aos meus amigos Douglas, Nathaly, Alisson, Getúlio, Poneis, Greicielen, Hugo, Carlos e Rúbia pelas discussões ricas ou não.

Agradeço ao orientador Daniel Gardelli por apresentar inúmeros caminhos para serem apreciados dentro da ciência que antes eram obscuros e/ou encobertos.

Agradeço aos professores Breno, Carvalhais, Danhoni, Perseu, Wesley e Patrícia por suas aulas que me auxiliaram na formação como cientista e como pessoa.

Agradeço as professoras Jani e Luciene pelo aprendizado nos projetos de pesquisa.

## **RESUMO**

O presente trabalho apresenta a epistemologia de Gaston Bachelard (1884-1962) que critica algumas correntes filosóficas tradicionais de sua época. A partir da análise de fontes primárias e secundárias tem-se uma breve interpretação do pensamento bachelardiano. Evidencia-se em seus textos a necessidade de se fazer uma nova filosofia para as ciências e dar a devida importância à história das ciências, principalmente após as revoluções científicas do século XX, nas quais a Física Moderna trouxe uma nova maneira de se fazer ciência. Portanto, Bachelard argumenta que a nova ciência necessita de uma nova epistemologia. Conceitos tradicionais de ciência, de maneira geral, precisam ser renovados, assim como o espírito científico do sujeito. Trata-se aqui da necessidade de afastar os empecilhos para o desenvolvimento científico iniciado desde o período escolar. Moldada a nova filosofia de Bachelard, o trabalho almeja apresentar a importância dessa renovação e a influência negativa nas escolas que o pensamento tradicional traz. Espera-se que o texto traga a todos os leitores reflexões construtivas e que o interesse pela obra de Bachelard cresça.

**Palavras-chave:** Bachelard, Epistemologia da Ciência, Filosofia das Ciências.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>1 UM POUCO DE BACHELARD.....</b>	<b>9</b>
<b>2 CRÍTICA À FILOSOFIA “IMÓVEL”: necessidade da formação do novo espírito científico.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Obstáculos Epistemológicos .....</b>	<b>17</b>
<b>3 CRÍTICA AO ENSINO .....</b>	<b>28</b>
<b>4 NOVA FILOSOFIA .....</b>	<b>34</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>39</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>41</b>

## INTRODUÇÃO

Utiliza-se a história das ciências para notar inúmeras conturbações, conflitos e obstáculos na ciência. Bachelard se opõe ao Positivismo de Auguste Comte (1798-1857), critica-o por tratar da ideia de progresso contínuo, evolutivo, cumulativo, e assim como ciência em um estado imutável e definitivo (BULCÃO; BARBOSA, 2004, p. 26).

Contrariando as ideias de sua época, Bachelard compreende a necessidade de instaurar um novo tipo de racionalismo, uma nova filosofia que suporte a ciência atual, apoia-se no pluralismo filosófico. O projeto de Bachelard é “dar às ciências a filosofia que elas merecem”, porque todo cientista se apoia em uma filosofia (JAPIASSÚ, 1976, p. 43).

Bachelard defende que a renovação da filosofia das ciências pode ser iniciada as escolas, porém escolas reformuladas. A escola deveria objetivar a formação do sujeito. A monótona repetição de verdades absolutas não traz conhecimento, mas sim pensar sobre o conhecimento anterior, no qual, nega-o, e assim, prossegue com invenções e criações de novas teorias. O conhecimento não parte de uma certeza, mas sim de um problema (BULCÃO; BARBOSA, 2004, p. 52-53).

A ciência, atualmente, dispõe de aparelhos para ser pensada, não com os órgãos dos sentidos, logo pode-se perceber algo ilusório, já que a ciência inventa o objeto e o aparelho para detectar o objeto (BULCÃO; BARBOSA, 2004, p. 38). A revolução científica que ocorreu no século XX, com a Física Moderna, foi marcada por um novo meio de se fazer ciência. Altera-se a metafísica de representação dos dados obtidos pela observação para inventar objetos a serem estudados.

No primeiro capítulo, almeja-se apresentar Bachelard como filósofo em sua época. Pretende-se com esse capítulo introduzir o leitor a uma época impregnada de doutrinas que serão criticadas por Bachelard. A apresentação de Bachelard consistirá em uma breve história cronológica de seu desenvolvimento profissional. Será visto que Bachelard é responsável por uma filosofia das ciências diferenciada de seu contexto em harmonia com as revoluções científicas do século XX, época que surge a ciência contemporânea (ciência moderna) com muitas novidades se comparada ao contexto científico anterior (BACHELARD, 1978c, p. VII).

No segundo capítulo será abordado sobre as falhas das filosofias tradicionais apresentadas por Bachelard, e outros autores que o interpretaram<sup>1</sup>, para criticar. Assim, mostrar superficialmente que os *obstáculos epistemológicos*, denominados assim por Bachelard, caracterizam empecilhos ao progresso da ciência contemporânea. Associar, também, a crítica no que se refere ao ensino de ciências. Pretende-se apresentar uma interpretação do que Bachelard diz limitar o desenvolvimento da ciência que necessita de um *novo espírito científico* para superar os obstáculos. Os professores devem treinar seu espírito para não se corromper com os *obstáculos epistemológicos* porque “não há, no pensamento bachelardiano, produção do saber e construção de objetos sem que haja concomitantemente desenvolvimento e formação do sujeito” (BULCÃO; BARBOSA, 2004, p. 52).

No terceiro capítulo, pretende-se situar o leitor sobre as críticas que Bachelard faz à ciência que refletem na educação. Particularmente, Bachelard não tratou do ensino de ciências, porém, apresentou inúmeros argumentos para sustentar seu modo de compreender a construção do *homem científico*, este vinculado à sua formação, inclusive escolar. Aqui, a formação do sujeito e o ensino das ciências nas escolas são relacionados. As escolas deveriam objetivar em suas aulas de ciências a formação do sujeito, porque é nela que o ato de pensar se desenvolve com as inúmeras trocas de ideias e experiências para proporcionar o desenvolvimento científico. O espírito científico deve ser estimulado a crescer e é na escola onde esta ação é direta entre mestre e aluno, em que o primeiro sempre deve se fazer por aluno em uma constante aprendizagem, seja ela dentro ou fora da escola.

Por fim, no quarto capítulo, deseja-se apresentar uma introdução à *nova filosofia*, que Bachelard compreende como renovação necessária à ciência moderna. Para tanto, Bachelard criou conceitos diferenciados dos que tradicionalmente temos de fenômeno e objeto, e afirmou que a *nova filosofia* deve ser uma *polifilosofia*, com pluralidade, com mais de um único polo e que se adequa à nova realidade científica (BARBOSA, 1985, p. 114).

Portanto, este trabalho objetiva a análise crítica da obra de Bachelard que engloba a compreensão de sua concepção de ciência e crítica a metafísica tradicional. Assim, argumentar a necessidade da criação de uma nova filosofia que acompanhe a “evolução” da ciência, isto é, que desenvolva tanto o modo de se fazer ciência, que se alterou durante os anos, porque ele não quer definir ciência, mas sim a produção, quanto a construção dela por

---

<sup>1</sup> Autores como Elyana Barbosa, Marly Bulcão, Hilton Japiassú entre outros.

meio do desenvolvimento da racionalidade. Após compreender as proposições de Bachelard, será justo elencar suas contribuições para o ensino.

## 1 UM POUCO DE BACHELARD

Resumidamente, a vida de Bachelard foi cheia de conflitos, marcada pela descontinuidade. Nasceu em 27 de junho de 1884, no interior da França, na região denominada Champagne, e morreu em 16 de outubro de 1962, em Paris. Viveu sua infância e adolescência no campo em contato com a Natureza que influenciou em sua vida. Já como adulto, enquanto ambicionava a formação em engenharia quando estudava matemática, ingressou na administração dos Correios e Telégrafos, porém a guerra o impediu. A mudança de planos gerou uma grande oportunidade para *aprender*. Bachelard iniciou a carreira de magistério, aprofundou-se no campo da filosofia, que culminou na carreira de professor de ciências e filosofia em sua cidade. Suas publicações iniciaram em 1928, e já defendiam teses que esboçam pilares de sua epistemologia, como a ideia do conhecimento aproximado, com o objeto de estudo que necessita do uso de inúmeros métodos sucessivamente para se aperfeiçoar, e assim evita-se o método que se torne obsoleto. Com isso, em 1930, ganha visibilidade e a Faculdade de Letras de Dijon o convida para lecionar. Em 1940, é convidado pela Sorbonne de Paris. E com o avanço de seu reconhecimento foi premiado com o Grande Prêmio Nacional das Letras em 1961 (JAPIASSÚ, 1976, p. 18-20).

Ao longo de sua vida, Bachelard publicou inúmeros livros que trabalham sua concepção epistemológica de ciência e suas teses filosóficas. Além disso, trabalhou com a poesia. x Ciência e poesia, de início considerados dois assuntos a serem trabalhados de maneiras distintas para que a poesia não interferisse na objetividade do conhecimento científico, porém, a atração do imaginário fez com que Bachelard o valorizasse “como uma forma própria de apreensão e de recriação da realidade” (BACHELARD, 1978c, p. VIII).

Bachelard era dividido, ou melhor, composto pela união entre a imaginação e a razão. Ele tratava a imaginação como ignição para as descobertas e aprofundamentos das coisas não convencionais. A imaginação provoca criação. O mundo de Bachelard era surreal, com poder ilimitado para criar. Porém, a surrealidade era a realidade para Bachelard. Sobre essa característica de Bachelard, escreve Japiassú:

O verdadeiro mundo de Bachelard é o da *surrealidade*. É por isso que ele diz que o homem é este ser que tem o poder de “despertar as fontes”. É este

poder inesgotável que está na origem, tanto do aspecto polêmico da razão científica, quanto do aspecto criador da imaginação poética: quando uma criança começa a pensar, ela cria um mundo, diz Bachelard. Paulo Freire conta em algum lugar que, certa feita, perguntou a uma analfabeta: “Escuta, se não houvesse o homem, existiria o mundo?” Ela respondeu: “Não, porque não haveria quem dissesse que ele é mundo!” (JAPIASSÚ, 1976, p. 25).

As revoluções científicas do século XX se tornaram uma alavanca para as ideias de Bachelard. Houve mudança na concepção de ciência, na produção de ciência, no conceito de objeto, no conceito de fenômeno, o surgimento de micropartículas, entre outras inovações que a Física Moderna trouxe. Assim como afirma Zanetic:

O fio condutor da motivação epistemológica de Bachelard foi o advento da física contemporânea, a teoria da relatividade e a mecânica quântica, nas primeiras décadas do século XX. Há uma mudança epistemológica significativa entre o seu advento e a física clássica que a precedia (ZANETIC, 2006, p. 68).

Bachelard apresentava suas teses sem a preocupação com seus contemporâneos, mesmo que estas gerassem desconforto e espanto aos mesmos. E ainda, Bachelard criticava os ramos filosóficos que tratavam da ciência como algo contínuo, uniforme, como o realismo e o positivismo. Assim:

Bachelard se impõe, pois, como um crítico do positivismo, rejeitando a ideia de progresso contínuo, evolutivo, cumulativo, pressuposto da doutrina comteana, assim como a concepção de ciência como estado imutável e definitivo (BULCÃO; BARBOSA, 2004, p. 26).

Se como premissa, tem-se que todo cientista se apoia em uma filosofia, então, esta deveria ser para Bachelard uma filosofia dispersa e pluralista, uma filosofia que se adequasse à ciência, que não é unitária. “Dar às ciências a filosofia que elas merecem”. Assim, Bachelard se mostrou audacioso e inovador em suas teses. Sua epistemologia combateu fortes linhas de pensamentos filosóficos, a qual rompeu com a visão monótona e “*continuista*” da ciência em sua época. Seu legado mereceu elogios, assim como o de Japiassú:

Gaston Bachelard pode ser justamente considerado, em nossos dias, o mais notável filósofo das ciências de língua francesa. Podemos dizer que foi sua epistemologia da ruptura que instaurou uma nova maneira de se conceber a história das ciências. Ao recusar terminantemente fixar a ciência contemporânea num estado definitivo e perenizado, esta epistemologia assume, como seu "outro eu", a historicidade constitutiva do conhecimento racional (JAPIASSÚ, 1976, p. 9).

Sua apresentação do desenvolvimento da ciência como descontínua, e não com princípios absolutos e imutáveis, revolucionou o pensamento da época. A epistemologia bachelardiana tratou da ciência contemporânea, assim, explicou as modificações da ciência, que passou por uma grande transição com as teorias da relatividade, por exemplo (BULCÃO, 1981, p. 17-18). Trata-se dessa ciência dita contemporânea, na qual Bachelard se faz atual e merece atenção.

Bachelard destaca-se por não seguir as verdades da época. Criticou hábitos intelectuais de seus contemporâneos, assim como a falta de atenção dos filósofos, idealistas e materialistas para com a matéria. O tratamento dos realistas sobre a matéria como independente do ser humano também é criticada, porque é fundamentada na experiência imediata. A concepção bachelardiana sobre a atividade científica ser construtiva e que usa do racionalismo, soou, na época, com estranheza. Porém, Bachelard pouco se preocupou com o pensamento da época. Tratou em suas teses sem o interesse de acomodá-las às teorias vigentes (BARBOSA, 1985, p. 155-156). Sem as preocupações de se adequar ao contexto histórico que estava inserido, Bachelard transcende sua época, apresenta inovações em suas teorias, como se iniciasse uma revolução do pensamento científico.

Vê-se novas ideias, comparada à época, surgir de Bachelard, que Japiassú (1976) traz em seu livro, *Para ler Bachelard*, resumidamente, as seguintes teses bachelardianas:

1º) Afirmar a objetividade dos conhecimentos científicos – tratar o conhecimento científico como flexível para superar os obstáculos epistemológicos. A objetividade está na capacidade de superar a organização racional das ideias, porque “prejudicaria a aquisição de novas ideias”;

2º) Categoria de verdade – a crença de verdade deve ser modificada, porque já não há mais verdade absoluta, mas sempre a busca;

3º) Caráter dialético do progresso das ciências – para Bachelard, a dialética une os formadores de hipóteses a quem executa a experiência (JAPIASSÚ, 1976, p. 62-65).

No geral, os séculos XIX e XX presenciaram intensas revoluções científicas que ainda nos influenciam. Houve quebra de paradigmas dos conceitos científicos que geraram uma instabilidade no saber científico. O surgimento em massa de teorias que contradiziam as crenças anteriores sufocava o pensamento antiquado. A novidade da concepção contemporânea não se adequava a nenhuma filosofia em particular. Assim, a epistemologia

bachelardiana se apresentou como uma saída para esse labirinto científico. Como explica Bulcão:

O nosso século viveu momentos de crise do saber científico com o aparecimento de novas teorias cujos princípios básicos contrariavam aqueles que, até então, eram tidos como absolutos e definitivos. A Epistemologia de Bachelard constituiu uma resposta ao apelo de uma Filosofia das Ciências que fosse realmente adequada à ciência contemporânea e que pudesse, por isso, explicar a “novidade” do pensamento atual. Sua principal característica é falar da prática efetiva dos cientistas, isto é, partir da análise do trabalho concreto dos cientistas, e não de uma ideia geral e abstrata de ciência, como faziam as demais filosofias de sua época (BULCÃO, 1981, p. 134).

Marcado pelas rupturas, Bachelard é lembrado pela sua epistemologia inovadora (BULCÃO, 1981, p. 138). Essa abordagem é fundamental, uma vez que, com Bachelard, veio uma nova visão de ciência, que antes se tinha como descrição da realidade, para construção e produção. Fundador de uma nova teoria da História das Ciências, Bachelard apresenta a visão descontinuista de progresso da ciência. Assim, justifica-se a grande importância do pensamento bachelardiano para a atualidade.

## **2 CRÍTICA À FILOSOFIA “IMÓVEL”: necessidade da formação do novo espírito científico**

O progresso científico é definido cronologicamente por Bachelard em três etapas: a) estado pré-científico; b) estado científico e c) novo espírito científico. O primeiro compreende desde a Antiguidade até o século XVIII com a glorificação da natureza, período concreto; o segundo inicia-se em meados do século XVIII com as inovações científicas e termina no início do século XX, período concreto-abstrato; o último iniciou-se no século XX com as grandes revoluções científicas e permanece atualmente, período abstrato (BULCÃO, 1981, p. 44). As revoluções do século XX romperam barreiras com as filosofias da época. Bachelard critica o pensamento filosófico tradicional porque, apesar da concepção de ciência ter se modificado no século XX, na nova fase do pensamento científico, as filosofias não acompanharam esse desenvolvimento. Houve o progresso científico, porém não houve o progresso filosófico para essa “nova ciência”. As correntes filosóficas tornaram-se empecilho para o desenvolvimento do espírito científico. Portanto, Bachelard se opôs “radicalmente a todo sistema de pensamento fechado e dogmático” e com sua nova filosofia buscou “instaurar um novo tipo de racionalismo, de forma alguma sistemático e universal, mas setorial e aberto” (JAPIASSÚ, 1976, p. 17).

O progresso científico está vinculado ao progresso filosófico. Apesar de dizermos progresso filosófico, não cabe a nenhum filósofo classificar os pensadores ao longo do tempo como os que estão mais desenvolvidos e os que estão menos desenvolvidos. Porém, há o desenvolvimento das ciências, do conhecimento científico. Segundo este, as filosofias podem ser classificadas como o desenvolvimento do conceito científico com relação à razão incutida nele. Assim, o espírito se desenvolve primeiramente voltado à natureza, ao estado concreto. Como exemplo, o conceito de massa, “para uma criança ávida, o fruto maior é o melhor, aquele que fala mais claramente ao seu desejo, aquele que é o objeto substancial do desejo”. Porém, uma casca vazia o põe em contradição. Em seguida, o espírito usa esquemas e experiências em que o sensível seja a certificação, a prova. Prova então, que não é o maior que possui mais massa. Mas o conceito de massa interioriza-se, torna-se abstrato, onde seus sentidos não são mais instrumentos que comprovam, porque não são sensíveis à realidade, não a acessam. Essa racionalização contradiz a realidade imediata. Constrói-se o desenvolvimento filosófico do conceito de massa com a dialética racional. “Um espírito que não aceite um conceito desta natureza não pode aceder à cultura científica” (BACHELARD, 1978c, p. 12-14).

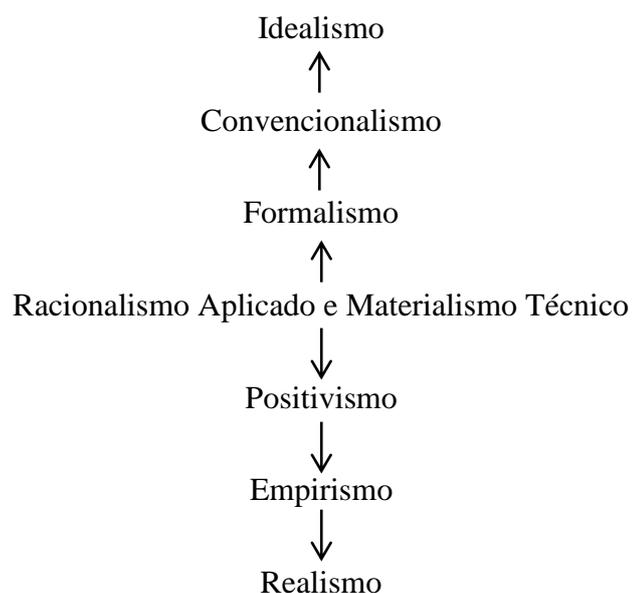
O conhecimento do passado deve ser constantemente refutado, a ciência não pode ser imóvel, fixa em um determinado período, ela deve ser moldável ao progresso científico, segue-se uma descontinuidade temporal. “Se o pensamento é progressivo e o seu progresso é resultado de suas reorganizações”, a dialética entre o conhecimento novo e anterior deve ser frequentemente praticada, para que haja desenvolvimento do espírito científico (BULCÃO, 1981, p. 45). A história das ciências se faz essencial para compreendermos o presente, porque este não é mais visto como continuidade do passado. Para Bachelard, a história é feita de rupturas, não se sabe que caminhos ela seguirá.

A noção de fluxo temporal é uma construção racional, construção da consciência. O tempo varia de acordo com o que nos utilizamos dele. “A história das ciências, exaltando a novidade do instante, mostra que a atualidade é uma ruptura com o passado da ciência, fundamentando-se, assim, na noção de descontinuidade temporal” (BARBOSA; BULCÃO,

2004, p. 64). Bachelard enfatiza, portanto, a ruptura com o pensamento bergsoniano<sup>2</sup> de que é o passado que constrói o presente.

O progresso científico se dá por descontinuidades e não por uma soma de conteúdos. “A história da ciência tem um caminho próprio, ela não é contínua, os progressos da ciência não podem ser explicados por continuidade, por acumulação de conhecimentos”. Como este progresso é descontínuo, no sentido de não linear, ele não possui tempo específico. Porém, esse período de transformações implicará na formação do espírito científico ao longo do tempo. O erro se torna necessário para o desenvolvimento do espírito, porque as certezas são obstáculos que o cientista deve superar. O erro se torna o “motor do conhecimento”, nos projeta para uma nova retificação, faz com que superemos os obstáculos, e só então poderemos “construir a realidade científica”. Entendemos então que o erro não é uma falha e podemos prosseguir na busca de superá-lo (BARBOSA, 1985, 107-114).

Bachelard propõe a polifilosofia para o espírito científico. Neste estudo, ele apresenta as correntes filosóficas mais conhecidas da época, mas estas partem das filosofias que ele considera como corretas, o Racionalismo Aplicado e o Materialismo Técnico, ambas relacionam a experiência à razão. Este esquema com as filosofias ordenadas foi denominado “*topologia filosófica*”. Em ordem de proximidade com a ideia de razão e experiência juntas, de um lado: Formalismo, Convencionalismo e Idealismo; e do outro: Positivismo, Empirismo e Realismo. Assim como o esquema abaixo:



<sup>2</sup> Saiba mais sobre o pensamento bergsoniano sobre o tempo em: COELHO, Jonas Gonçalves. Ser do tempo em Bergson. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, v. 8, n. 15, p. 233-46, mar/ago 2004.

Portanto, o Positivismo e o Formalismo “aceitam mais” a relação experiência e razão, porém, nenhum dos dois compreende bem a influência do pensamento racional na construção da teoria científica. O Empirismo e o Convencionalismo estão um pouco mais afastados da união da razão com a experiência, o primeiro se refere à realidade conhecida a partir da experiência e o segundo aceita a teoria mais cômoda, então não justificam o trabalho teórico do espírito científico. Por último, temos o Realismo e o Idealismo, extremos e contrários, o primeiro julga a realidade sem o racionalismo e o segundo está somente nas ideias, sem a aplicação prática (BULCÃO, 1981, p. 34-36).

Bachelard postula sua epistemologia em meio às filosofias da época. Contrariou muitas correntes filosóficas, correntes estas mencionadas da *topologia filosófica*. A ciência é desenvolvida, para ele, por meio da interação razão e experiência. Esta experiência não pode ser imediata, e precisa-se raciocinar sobre, usar da razão, ultrapassar o senso comum. O conhecimento do senso comum é desconstruído para se construir o conhecimento científico a partir da elaboração teórica, com a criação da teoria, e segue para a busca da realidade. Bachelard elabora o novo racionalismo (BARBOSA, 1985, p. 66).

Com o instrumento que a matemática proporcionou à Física, esta permitiu o novo Racionalismo Bachelardiano. Apesar da crítica ao Racionalismo Clássico, Bachelard acredita que o conhecimento se inicia na razão e não na realidade. Porém, o conhecimento possui mais aspectos do que a filosofia racionalista clássica propõe. Então, para superar o Racionalismo Clássico, Bachelard nos apresenta o Racionalismo Aplicado. Este compreende o conhecimento construído por mais de uma filosofia, por uma polifilosofia, na qual o “racional e o empírico se completam” (BULCÃO, 1981, p. 89). A matemática para o Racionalismo Aplicado se tornou a conquista da infinidade do conhecimento e acréscido da experimentação, é capaz de construir a ciência. Nas palavras de Bachelard:

De posse de um fenômeno bem definido, ele procura determinar-lhe as variações. Essas variações fenomenológicas designam as variáveis matemáticas do fenômeno. As variáveis matemáticas são solidarizadas intuitivamente em curvas, solidarizadas em funções. Nessa coordenação matemática, podem aparecer razões de variação que ficaram preguiçosas, apagadas ou degeneradas no fenômeno medido. O físico tenta provocá-las. Tentará *completar* o fenômeno, *realizar* certas possibilidades que o estudo matemático revelou. Enfim, o cientista contemporâneo baseia-se numa *compreensão matemática* do conceito fenomenal e se esforça para equiparar, nesse ponto, razão e experiência (BACHELARD, 2005, p. 82).

O racionalismo propõe que a ciência procure um objeto, e quando este muda, a teoria se modifica junto, porém a modificação do objeto exige trabalho árduo. Existem teorias que aparentemente são completas e únicas, porque se apresentam, até então, com riqueza de detalhes em uma retórica que ludibria a cidade científica, e mais ainda o senso comum. É, então, cômodo conceber a ciência como imóvel, estável. A descrença do novo método é evidente. Porém, Bachelard diz que a ciência não é feita de acumulações, mas sim uma objetivação, logo é a superação do erro que propulsiona esta ciência. “*É no momento em que um conceito muda de sentido que ele tem mais sentido*” (BACHELARD, 1978b, p. 116). As filosofias tradicionais não concebem o erro como algo inovador, útil em sua busca pela verdade. Uma vez que se erra, o cientista tradicional falha, diferentemente do Racionalismo Bachelardiano que dá a devida importância ao erro.

Em sua epistemologia, Bachelard postula que o objetivo da ciência não é o objeto, porque inicialmente o objeto é o objeto imediato. As rupturas devem ser compreendidas como constantes para o desenvolvimento do conhecimento científico (BACHELARD, 2005, p. 294). Esse pragmatismo do imediatismo encabeça a série de *obstáculos epistemológicos* que trataremos a seguir. Os obstáculos são os empecilhos do desenvolvimento do pensamento científico, o cientista os supera devido a autoanálise, o espírito que evolui é aquele que a partir de autoanálises supera seu passado (BARBOSA, 1985, p. 83). A ciência exige trabalho e somente com o esforço do cientista é possível superar os obstáculos que se apresentam a nós condicionamentos cotidianos do espírito. “Só existe um meio de fazer avançar a ciência; é de atacar a ciência já constituída, ou seja, mudar a sua constituição” (BACHELARD, 1978c, p. 19).

As críticas às correntes filosóficas tradicionais se dão porque atualmente estas são inadequadas. Hoje a ciência *fabrica fenômenos*. Estes fenômenos são estudados por nossas máquinas, que são completamente construídas de teorias, conseqüentemente, os fenômenos que ela identificar faz parte da teoria. Para esta inovação da ciência se faz necessário a inovação da filosofia. No passado, as filosofias tradicionais eram adequadas para o modo de se construir conceitos científicos. Esse é o motivo para superarmos as filosofias tradicionais. Porém, a diferença no modo do filósofo e do cientista trabalharem despertou em Bachelard a necessidade de se fazer uma filosofia não-filosófica, mas sim científica. Não é o pensamento de uma filosofia que caberá a ciência reproduzir. A filosofia precisa ser aberta, a ciência deve ordenar tal filosofia (JAPIASSÚ, 1976, p. 43-45).

## 2.1 OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Ao tratar do processo do desenvolvimento científico, devemos dar atenção ao ato de conhecer. A concepção sobre como se conhece está interligada ao desenvolvimento científico, porque é devido a esse entendimento que a ciência se estagna ou progride. Bachelard caracteriza concepções de como se conhece, filosofias que não comportam o pensamento científico adequado à física, como pontos negativos do espírito científico. Para o estudo do desenvolvimento científico devemos considerar a história das ciências com inúmeras perturbações, as quais abalam a crença sobre como se conhece. É dessas perturbações que surge o novo, o progresso científico. As perturbações que permanecem rígidas, insolúveis, nós diremos que são *obstáculos epistemológicos*. Quando o espírito científico supera esses obstáculos, ele evolui. Assim adentra Bachelard, quando trata de obstáculo epistemológico:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que *é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado*. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentsidões e conflitos [...] O conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras. Nunca é imediato e pleno [...] No fundo, o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização (BACHELARD, 2005, p. 17).

Nesta seção, busca-se transpor as concepções dos *obstáculos epistemológicos* que Bachelard apresenta em seus trabalhos. Em específico, Bachelard (2005) enuncia e explica alguns dos *obstáculos epistemológicos* em seu livro *A Formação do Espírito Científico*, cuja 1ª edição é de 1938. Porém, em meio aos seus trabalhos, Bachelard também deixa implícito suas concepções sobre alguns obstáculos. Tal assunto é bem trabalhado por Bulcão (1981) em seu livro *O Racionalismo da Ciência Contemporânea* e por Barbosa (1985) em sua tese *O Secreto do Mundo*. Sob a luz dessas reflexões, dos *obstáculos epistemológicos*, é que poderemos compreender o espírito científico que Bachelard pretende formar, sempre com o trabalho ativo e frequente do espírito, na qual reconstrói pensamentos a cada reorganização total do saber para superar os *obstáculos epistemológicos*. Tais obstáculos apresentados por Bachelard (2005), são:

- a experiência primeira;

- conhecimento geral;
- obstáculo verbal;
- conhecimento unitário e pragmático;
- obstáculo substancialista;
- realismo como obstáculo;
- obstáculos animista;
- conhecimento quantitativo.

Um dos primeiros obstáculos que trataremos é o da **experiência primeira**, esta é “*satisfação íntima*; não é a *evidência racional*” (BACHELARD, 2005, p. 294). O espírito que se ludibria com o primeiro dado, sem criticá-lo, e o considera seguro, está embaraçado nesse frágil conhecimento. Bachelard recomenda que “o espírito científico deve formar-se *contra* a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza” (BACHELARD, 2005, p. 29), porque o que o impede de enxergar através dessa névoa sedutora é dito *obstáculo epistemológico*, que imobiliza a ciência. A de termos criticidade para a ciência e desenvolver o nosso espírito, superar obstáculos, fugir do senso comum. Esclarece Barbosa sobre tal obstáculo:

A partir do momento em que o conhecimento imediato torna-se um obstáculo ao desenvolvimento do conhecimento surge a necessidade de se evitar tomar como ponto de partida estas observações. A tese da ruptura com o senso comum é a tese central que caracteriza a epistemologia de Bachelard. A partir daí, compreendemos como é possível alcançar a objetividade no conhecimento científico; o senso comum é um grande obstáculo que precisamos ultrapassar. Nesta tese está implícita toda uma crítica ao empirismo e ao sensualismo (BARBOSA, 1985, p. 91).

Exemplifica-se a ineficiência da experiência primeira quando se retoma a concepção de ciência como um fenômeno atraente, sedutor em excesso, capaz de não necessitar mais do que as apresentações como um show de mágica para alegrar a Corte. Estudos do século XVIII “procuravam estabelecer uma relação entre a propriedade elétrica e as propriedades de primeiro aspecto”. Muito se pensava ser algo *natural* e “o espírito pré-científico sempre acha que o produto natural é mais rico do que o artificial”. Estavam cegos pelo seu fascínio. A sociedade ainda contribuía com as apresentações, faziam filas para levar choque, buscavam

tomar um pouco desse encantamento (BACHELARD, 2005, p. 39). Não podemos culpá-los, pois, ainda hoje, a eletricidade é admirada, trabalhada em laboratórios modernos, com sua matemática. Porém, a diferença está nos processos de investigação, que atualmente se mostram críticos e desconfiados do que vem aos olhos como a primeira impressão. Conclui-se que esse obstáculo expõe perigo à ciência. Como adverte Bachelard:

No decorrer do desenvolvimento científico, algumas descobertas foram de fato apresentadas como espetáculo de curiosidades. Mas agora já quase não existe esse costume. Os *demonstradores* de raios X que, há trinta anos, se apresentavam aos diretores de escola para propor alguma novidade no ensino não conseguiam recolher muito dinheiro. Hoje parecem ter desaparecido completamente. Existe um abismo, pelo menos nas ciências físicas, entre o charlatão e o especialista (BACHELARD, 2005, p. 40).

O próximo obstáculo a trabalhar é o **conhecimento geral**, ou generalização prematura. Há limitações no progresso da ciência quando se generaliza. O cientista não precisa buscar inovações uma vez que tem uma lei geral. O espírito se conforta com a explicação precipitada e considerada fácil. Conhecer o fenômeno geral, valer-se dele para tudo compreender, não será, semelhante a outra decadência, “gozar, como a multidão, do mito inerente a toda banalidade”? (MALLARMÉ, *Divagations*, p. 21. Em: BACHELARD, 2005, p. 69). Exposto à facilidade da generalização prematura o homem recai ao indutivismo ingênuo.

Para ilustrar tal obstáculo, tem-se a discussão sobre a necessidade de *grandes verdades* que encabeçam as ciências, a obrigação de uma definição primeira para se apresentar as ciências. Bachelard compara essas premissas com o conhecimento que elas ocuparam lugar, como: “se o valor epistemológico dessas grandes verdades for medido por comparação com os conhecimentos falhos que elas substituíram, não há dúvida de que essas leis gerais foram eficazes. Mas já não o são” (BACHELARD, 2005, p. 71). Afirma-se a ineficiência dessa generalização. Trata-se da lei geral como empecilho ao desenvolvimento da ciência, inadequada à ciência. A lei geral apresenta-se de forma esclarecida e completa, que ludibria o espírito científico. Faz-se desestimulante o estudo da teoria. Bachelard exemplifica esse obstáculo com o fenômeno da queda dos corpos:

Aristóteles ensinava que os corpos leves, fumaça e vapor, fogo e chama, encontravam no empíreo seu lugar natural, ao passo que os *graves* procuravam *naturalmente* a terra. Ao inverso, nossos professores de filosofia ensinam que todos os corpos, *sem exceção*, caem. E assim fica estabelecida, acham eles, a sadia doutrina da gravitação (BACHELARD, 2005, p. 70).

Bachelard prossegue o raciocínio:

Acaba de ser dito, portanto, que todos os corpos caem, sem exceção. Ao proceder à experiência no vácuo, com a ajuda do tubo de Newton, chega-se a uma lei mais rica: *no vácuo, todos os corpos caem à mesma velocidade*. Este é um enunciado útil, base real de um empirismo exato. Entretanto, essa forma geral bem constituída pode entrar o pensamento. De fato, no ensino elementar, essa lei é o estágio no qual estacam os espíritos de pouco fôlego. A lei é tão clara, tão completa, tão fechada, que não se sente necessidade de estudar mais de perto o fenômeno da queda (BACHELRD, 2005, p. 71-72).

Trata-se da queda dos corpos sem analisá-la em todos os aspectos, generaliza sua teoria precocemente. Ignoram-se noções da distinção dos movimentos quando tratado de uma pedra lançada verticalmente. Quando se pensa na queda dos corpos e analisa-se a sua velocidade e não a sua aceleração, esta que é intrinsecamente relacionada à força da gravidade, perde-se parte da racionalização. Então, Bachelard conclui o exemplo:

A noção de velocidade esconde a noção de aceleração. É, no entanto, a noção de aceleração que corresponde à realidade dominante. Assim, a própria matemática dos fenômenos é hierarquizada, e nem sempre a primeira *forma* matemática está certa, nem sempre a primeira forma é de fato formativa (BACHELRD, 2005, p. 72).

Prosseguimos com um terceiro obstáculo, o **obstáculo verbal**: a esponja. Como apresentado anteriormente, a generalização precipitada é um obstáculo epistemológico. Especifica-se o obstáculo verbal, ressalta o empecilho ao desenvolvimento da ciência de uma *única* palavra ser toda a explicação suficiente. Para explicar o obstáculo epistemológico, Bachelard traz a palavra *esponja*, uma palavra-obstáculo. “A função da *esponja* é de uma evidência clara e distinta, a tal ponto que não se sente a necessidade de explicá-la” (BACHELRD, 2005, p. 91). E com esta palavra Bachelard explicará a compressibilidade do ar e depois expandirá a utilização da palavra *esponja*. Seus exemplos sobre esse obstáculo verbal estão relacionados com o uso errôneo de imagens, analogias e metáforas.

Considera-se o ar como muito mais esponjoso do que os outros corpos, logo, em uma metáfora, o considera como uma esponja, devido a sua estrutura semelhante. Explica-se como ele comprime e expande. Ao inserir água na esponja ela não se permite comprimir assim como os “grãos de ar”, que agem como esponja, comprime-se e expande-se, porém, não o faz mais quando a água está penetrada no ar. Concretiza aquilo que deve ser abstraído. Explica-se todo o raciocínio a partir de uma *única* imagem, uma *única* palavra. Esta palavra que é concreta, afasta a abstração. Porém a teoria da abstração solicita o afastamento das imagens primitivas, o concreto (BACHELRD, 2005, p. 92-94).

Utiliza-se a metáfora da esponja para explicar o fluido elétrico. A esponja absorverá a água lentamente se não tiver atração entre a esponja e a água, mas se elas se atraírem não haverá força para separá-las, e caso haja repulsão ocorre o esperado da matéria elétrica com a matéria comum. A metáfora também se explica o resfriamento dos corpos. Da mesma metáfora temos que o corpo submerso no ar se resfria, porque o ar funciona como uma esponja e retira o fluido que escapa do corpo quente (BACHELARD, 2005, p. 94-95).

Essas imagens que a metáfora apresenta podem ser perigosas. Bachelard diz que “não se pode confinar com tanta facilidade as metáforas no reino da expressão”. Capciosamente a metáfora ganha território e se estabelece como explicação geral. Portanto, o espírito científico deve estar sempre alerta para tal obstáculo. Superá-lo exige esforço. Porém, a metáfora colocada quando após a presença da abstração, serve de ilustração da mesma. A metáfora pode servir de “ilustração que opera depois do conceito, acrescenta-se um pouco de cor aos traços essenciais, pode ajudar o pensamento científico” (BACHELARD, 2005, p. 97). É esse cuidado que devemos tomar ao usar metáforas. Superar esse obstáculo e apresentar a metáfora como auxílio em sua explicação é um grande trabalho para o espírito. Explica Bachelard:

O perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem. Demos um exemplo: para explicar o trovão, o padre de Lozeran du Fesc compara a matéria desse fenômeno à da pólvora de canhão. Quimicamente, ele pretende encontrar nas exalações sensíveis em momentos de tempestade o equivalente do salitre, do carvão e do enxofre, mistura que, como se sabe, constitui a pólvora. Historicamente, tal afirmação pode parecer plausível, sobretudo se considerarmos as ideias tão valorizadas que se tinha, há séculos, sobre as exalações. Tudo isso, afinal, vinha de uma falsa ideia, entre muitas outras, sobre a natureza química do raio (BACHELARD, 2005, p. 101).

Bachelard, então, conclui:

Mas todas essas imagens pueris, tomadas, de certa forma, por seus traços externos, estão longe de serem as mais ativas. Nessa ordem de ideias, os obstáculos mais poderosos correspondem às intuições da filosofia realista. Esses obstáculos, fortemente materializados, não acionam propriedades gerais, mas qualidades substantivas. É aí, numa experiência mais abafada, mais subjetiva, mais íntima, que reside a verdadeira inércia espiritual. É aí que encontraremos as verdadeiras palavras-obstáculo (BACHELARD, 2005, p. 102).

O quarto obstáculo que analisaremos é o do **conhecimento unitário e pragmático**. A admiração excessiva ao fenômeno da natureza se torna um risco. Natureza essa que é única e, portanto, o fenômeno que ocorre para um caso específico, ocorre também para um caso geral

na natureza. Dá-se à natureza, particularmente a cada fenômeno, um objetivo, uma razão de existir, para uma função a executar na mesma natureza. Sua função serve de explicação de tal fenômeno. Portanto, há extrema valorização dos cientistas sobre seu fenômeno de estudo. “É claro que todo autor gosta de valorizar o assunto que escolheu. Quer mostrar, desde o prefácio, que o assunto *vale a pena*” (BACHELARD, 2005, p. 105). É dessa adoração que Bachelard comenta:

*“Essa necessidade de elevar os assuntos está ligada a um ideal de perfeição concedido aos fenômenos. Nossas observações são, portanto, menos superficiais do que parecem, pois a perfeição vai servir de índice e de prova para o estudo dos fenômenos físicos”* (BACHELARD, 2005, p. 106).

Procura-se a utilidade do fenômeno para explicá-lo, e só. Essa indução pragmática traz a explicação do fenômeno como suficiente quando se sabe a função do fenômeno. Para o espírito encantado com o pragmatismo com que se depara na natureza não há motivos mais para estudá-lo, no sentido de pesquisas críticas para superar o conhecimento comum e buscar o pensamento objetivo. A ideia de perfeição limita o espírito a admirá-lo por sua utilização.

Por desejar que a natureza seja única e perfeita, esse obstáculo está associado a credices divinas. Usa-se as divindades para unificar o fenômeno, colocá-lo em harmonia. Assim temos o exemplo da astrologia: os astros necessariamente estão ligados a uma utilização, liga-se ao homem para dar um objetivo ao seu movimento, à sua existência da maneira que existe. Completa Bachelard:

*A sobredeterminação da astrologia é tal que certos autores chegam a servir-se de uma verdadeira recíproca para inferir, a partir de dados humanos, informações sobre os corpos celestes. E não se trata, então, de *sinais*, como se costuma pensar quando se fala de astrologia: trata-se de *ação real*, de *ação material** (BACHELARD, 2005, p. 110).

Portanto, esse obstáculo ganha o espírito preguiçoso pela natureza ser bela e perfeita. Se as explicações dos fenômenos forem os ditos objetivos, e suficientes para sanar a curiosidade de cientista, então, esse conhecimento estagna a ciência. A valorização da natureza torna-se perigosa. Assim, é certo que o espírito deve superar esse obstáculo para o desenvolvimento da ciência. “A psicanálise do conhecimento objetivo deve romper com as considerações pragmáticas” (BACHELARD, 2005, p. 116).

Trataremos agora do obstáculo **substancialista**. Dá-se à substância diversas qualidades que superficialmente se caracterizou e que a análise mais profunda é suficiente

para superar tal obstáculo. Contraditoriamente, ou até paradoxalmente, as qualidades ocultas, ditas profundas, atribuídas às substâncias são devido às impressões primeiras e ingênuas. Assim comenta Bachelard:

Chega-se a pensar que a psicologia tradicional dos sentimentos seria inviável se lhe fosse proibido o uso da palavra *profundo*, que ela pespega em toda parte e que, afinal, só corresponde a uma fraca imagem. De fato, a impressão de *profundidade* permanece uma impressão *superficial*: e isso é tão verdade que ela só se liga a sentimentos ingênuos, mal elaborados, entregues aos monótonos impulsos da natureza (BACHELARD, 2005, p. 122).

As substâncias possuem qualidades ocultas. Basta abrir as substâncias, ou colocá-las do avesso para encontrar as qualidades interiores. É necessário vasculhar a substância. Com isso o espírito se aproxima do pensamento científico. Porém, ainda está fadado ao encanto da intuição primeira. É no interior da substância onde se encontra o que ela esconde, o que ela protege. Sobre o mercúrio, Bachelard comenta:

O *Cosmopolite* (p. 109) diz ao mercúrio que foi tão "sacudido e vasculhado": "Dize-me se estás em teu núcleo, e deixar-te-ei em paz". Nesse interior, "no centro do mínimo átomo dos metais encontram-se as virtudes ocultas, sua cor, seus tons". É fácil perceber que as qualidades substanciais são pensadas como qualidades íntimas. Da experiência, o alquimista recebe mais confidências do que ensinamentos (BACHELARD, 2005, p. 126).

É, portanto, um engessamento do progresso da ciência a afirmação de uma qualidade oculta. Esse substancialismo imediato sucedido da intuição primeira é falha. Bachelard diz que para a qualidade que a substância adquiriu "falta-lhe o percurso teórico que obriga o espírito científico a criticar a sensação" (BACHELARD, 2005, p. 127). Sem a racionalização o espírito científico não passa do senso comum. Como muito já se discutiu neste trabalho, Bachelard acredita que o espírito científico exige esforço, é algo trabalhoso, para racionalizar, e enfim, superar os obstáculos.

Exemplifica-se o obstáculo substancialista com uma metáfora usada para explicar a atração de corpos eletrizados, aparentemente, como uma cola, algo viscoso que "agarrasse" os corpos leves. Essa "imagem ingênuo, chega a cegar", diz Bachelard, e mais adiante ele completa, após discutir as experiências utilizadas para corroborar com a substancialização, que "o âmbar é mais elétrico que as outras substâncias porque é mais rico em matéria viscosa, porque sua cola é mais concentrada" (BACHELARD, 2005, p. 130), já que a matéria, quando destilada, perde sua viscosidade, resta a matéria que possui em abundância a substância viscosa. Evidencia-se o perigo do obstáculo substancialista ao pensamento científico. Porém,

Ohm resgata o pensamento científico e trata a eletrização com certo rigor matemático que a teoria necessitava. Bachelard escreve sobre Ohm:

O conceito abstrato que Ohm utilizou alguns anos depois para designar os diferentes condutores foi o conceito de *resistência*. Esse conceito libera a ciência de qualquer referência a qualidades sensíveis *diretas*. Talvez se possa objetar que o conceito de resistência ainda é muito ligado a uma imagem. Mas, ligado aos conceitos de intensidade e de força eletromotora, o conceito de resistência perde aos poucos o valor etimológico e torna-se metafórico. O conceito torna-se então o elemento de uma lei *complexa*, lei afinal muito abstrata, unicamente matemática, que constitui uma espécie de *núcleo de conceitos*.[...] A resistência *elétrica* é uma resistência depurada por uma definição precisa; está *incorporada* numa teoria matemática que lhe limita qualquer extensão abusiva. O empirismo fica assim, de certa forma, *aliviado*; não tem a obrigação de dar conta de todos os caracteres sensíveis das substâncias sujeitas à experiência (BACHELARD, 2005, p. 131-132).

No exemplo citado, vê-se a necessidade da incorporação da matemática com Ohm. O espírito científico não deve se satisfazer com a experiência primeira, assim como analisado no obstáculo da experiência primeira. Entende-se que o obstáculo substancialista se supera com a racionalização, com a crítica da imagem primeira, principalmente quando as experiências só corroboram com a teoria ingênua e não buscam corrigir suas falhas. O espírito científico deve trabalhar para superar esse obstáculo e buscar a racionalização.

Trataremos agora do **realismo como obstáculo epistemológico**. Bachelard traz como exemplo o encantamento das pedras preciosas. Elas são cheias de qualidades medicinais. Devido ao seu valor comercial, dá-se valor por sua beleza e valor em suas propriedades farmacêuticas. O paciente que valoriza a pedra preciosa concorda com a opinião do médico, que está imbuído de uma certa autoridade. Existe a confusão entre o valor de mercado da pedra preciosa com sua virtude medicinal. Se o médico acredita na efetividade da pedra preciosa para o tratamento de doenças, o cliente sentirá confiança sobre a prescrição médica. O paciente ingenuamente ingere os medicamentos sem questionar sua eficácia. Bachelard comenta que “o médico que ordena ao doente uma preparação de esmeralda já tem a garantia de que o doente conhece um *valor*, o valor comercial do produto. Sua autoridade de médico só precisa reforçar um valor existente” (BACHELARD, 2005, p. 168). Porque acreditava-se que a esmeralda detinha a hemorragia, as disenterias e o fluxo hemorroidal, bastava ingerir as pedras que sua qualidade se mostrava certa!

É esse fascínio que preocupa o espírito científico. Quando o obstáculo se mostra fortemente abraçado com a real utilização, com a função do objeto ligada intrinsecamente à

sua explicação de ser valiosa como a pedra preciosa, o espírito científico fica seduzido, confuso. É mais atraente validar tal teoria, como todos o fazem, em vez de criticar seu valor, que em confusão criticará seu valor comercial também. Forte é o espírito que supera esse obstáculo, assim como Bachelard diz:

Exilar o ouro! Afirmar tranquilamente que o ouro não dá saúde, que o ouro não dá coragem, que o ouro não estanca o fluxo de sangue, que o ouro não dissipa os fantasmas noturnos, as más lembranças do passado e da culpa, que o ouro não é a preciosidade ambivalente que defende o coração e a alma! Isso exige um verdadeiro heroísmo intelectual; exige um inconsciente psicanalisado, isto é, uma cultura científica bem separada de qualquer valorização inconsciente. O espírito pré-científico do século XVIII não conseguiu essa liberdade de julgamento (BACHELARD, 2005, p. 171-172).

“O espírito que se prevalece de um conhecimento *direto* da influência de uma qualidade sempre encontra, nos matizes da qualidade, um meio de escapar à verificação” (BACHELARD, 2005, p. 184). O espírito acomoda-se na sedução do objeto. Acaba-se por estagnar o pensamento científico, porque está hipnotizado com as qualidades, com o valor da substância sem criticá-la. Atesta-se a necessidade da superação do obstáculo científico para o desenvolvimento do pensamento científico.

Tratemos agora do obstáculo **animista**. A vida é o assunto discutido, o obstáculo animista tenta “dar a vida”, animar objetos antes inanimados para explicar fenômenos como a ferrugem no ferro, *um verdadeiro fetichismo da vida*. Quando a ciência objetiva não consegue explicar tal fato, o obstáculo se faz atraente. A intuição do espírito que transborda desse obstáculo é ofuscado para a objetividade científica. Ingênuo, o espírito toma os fenômenos biológicos para explicar fenômenos que ocorrem em seres não vivos. Explica assim Bachelard:

Os fenômenos biológicos só nos interessarão, portanto, nos campos em que sua ciência falha, em que essa ciência, com maior ou menor garantia, vem responder a perguntas que não lhe são feitas. Em suma, aos entraves quase normais que a objetividade encontra nas ciências puramente materiais, vem juntar-se uma intuição ofuscante que considera a vida como um *dado* claro e geral (BACHELARD, 2005, p. 185).

As analogias se interpolam nos reinos vegetal, animal e mineral. O estudo desses reinos se faz necessário quando muitos defendem o estudo da vida. Por ser natural, muitos acreditavam ser a visão animista a mais correta. No século XVIII a visão animista era forte. Bachelard diz que “Auguste Comte afirma que quem não praticar as ciências da vida não pode

compreender os princípios de uma boa classificação. Ele pede ao químico filósofo que entre na escola da ciência da vida” (BACHELARD, 2005, p. 189).

Na época era fácil adentrar no obstáculo animista, já que muitas pessoas eminentes trabalhavam com tal conceito e se faziam convincentes. Errado era o cientista que não estudasse a vida contida nos minerais como o ferro. Esses cientistas não conseguiriam explicar a ferrugem em um ferro sem saber sobre a vivacidade do tal ferro e de suas doenças (BACHELARD, 2005, p. 194).

Bachelard tenta justificar esse fascínio pelo animismo quando diz que “*vida é uma palavra mágica. É uma palavra valorizada. Qualquer outro princípio esmaece quando se pode invocar um princípio vital*” (BACHELARD, 2005, p. 191). E retrata o prejuízo no pensamento científico de alguns cientistas que não buscaram a objetividade na ciência devido ao obstáculo animista. Mostra-se assim o obstáculo como um empecilho ao desenvolvimento da ciência. O espírito que busca o concreto não adquire abstração para superar tal obstáculo. Como preconiza Bachelard:

Vê-se, aliás, que toda a escola de Galvani foi prejudicada em suas pesquisas pela especificidade dos detectores biológicos utilizados. Ela não conseguiu abordar a perspectiva objetiva. Enquanto o movimento da agulha na balança de Coulomb era um movimento de poucas características mecânicas, a contração muscular foi para a escola de Galvani um movimento privilegiado, pejado de características e de sentidos, de certo modo um *movimento vivido* (BACHELARD, 2005, p. 207).

Por fim, trataremos do obstáculo do **conhecimento quantitativo**. Já vimos que o conhecimento prematuro é falho, pois advém da intuição sem a crítica. De fato, o conhecimento qualitativo imediato é subjetivo. Porém, não quer dizer que o conhecimento quantitativo sempre supera a intuição primeira. “É preciso muito estudo para que um fenômeno novo deixe aparecer a variável adequada” (BACHELARD, 2005, p. 259). As primeiras representações matemáticas são ainda inadequadas, porque estão fundadas sobre um realismo ingênuo. A verdade prematura é muito sedutora, portanto, difícil de ser contestada pelo espírito científico.

Para trabalhar com a objetividade científica o espírito científico não deve se esquecer do método de medidas. Se o método de medida for impreciso gerará números imprecisos para sua teoria. O espírito científico que trabalha deve pensar sobre seu método de medida para depois medir. Quanto mais o espírito científico racionaliza suas medidas, mais adere objetos a

serem estudados e enriquece seu estudo. Sem se precipitar, o espírito científico deve refletir. Assim como explica Bachelard:

Quanto mais numerosas forem as relações do objeto com outros objetos, mais instrutivo será seu estudo. Mas, quando as relações são numerosas, estão sujeitas a interferências e, bem depressa, a sondagem discursiva das aproximações torna-se uma necessidade metodológica. A objetividade é afirmada aquém da medida, enquanto método discursivo, e não além da medida, enquanto intuição direta de um objeto. É preciso refletir para medir, em vez de medir para refletir. (BACHELARD, 2005, p. 262).

Um exemplo das falhas advindas da busca pelas medidas precisas é o postulado do *superdeterminismo*. Conclui-se que há interdependência entre as variáveis, logo a medida de uma reflete no comportamento da outra. Assim, tem-se fluido elétrico e calor no corpo humano, não se tem instrumentos capazes de medir o fluido elétrico, porém, tem-se termômetros para medir o calor. Pronto! Tem-se a relação entre o calor e o fluido elétrico. Completa Bachelard:

Como a matéria elétrica é considerada semelhante ao fogo, sua influência nos órgãos dos corpos vivos deve provocar calor; a maior ou menor elevação do termômetro encostado à pele vai, portanto, indicar a quantidade de fluido elétrico do corpo humano (BACHELARD, 2005, p. 269).

A busca incessante pelas precisões nas medidas acabou por exigir o postulado do *superdeterminismo* e propondo a relação entre as variáveis. Relações essas que se apresentam hoje como inimagináveis. As interações entre variáveis sem a devida reflexão do espírito científico o acomoda no subjetivo. Essas relações dão suporte para as falsas ciências. Recaímos novamente na astrologia, que liga os astros ao comportamento humano. De acordo com Bachelard, justifica-se o perigo desse obstáculo:

Essas ideias de interações sem limite, de interações atravessando espaços imensos e reunindo as mais heteróclitas propriedades, permanecem há séculos nos espíritos pré-científicos. Passam por ideias profundas e filosóficas, dão pretexto a todas as falsas ciências. Pode-se provar que é a ideia fundamental da astrologia. Um ponto que nem sempre os historiadores da astrologia destacam é o caráter *material* atribuído às *influências* astrológicas. Como já assinalamos, não são apenas sinais que os astros nos enviam, são substâncias; não é tanto uma qualidade, e sim uma quantidade [...] A ação dos astros é, pois, a ação quantitativa de uma matéria real. (BACHELARD, 2005, p. 271).

Com relação aos obstáculos epistemológicos, Bachelard conclui que o pensamento científico é limitado pelo apego aos hábitos. São as experiências vivenciadas, tomadas ingenuamente, que impede o desenvolvimento do espírito científico. “É preciso abandonar

hábitos”. O trabalho que o espírito científico deve fazer é difícil, porque tem que conciliar um comportamento flexível com um rigoroso e apresentar novas concepções quando abordar o conhecimento novo. Não deve se acomodar nas teorias estabelecidas como verdades absolutas, porque o espírito científico procura não a verdade, mas aproximações sucessivas de uma racionalização (BACHELARD, 2005, p. 277). Aproximações essas que o cientista faz de sua subjetividade. Mostra-se então, a ciência que é construída por retificações. Os obstáculos superados dão lugar a revoluções. De retificações dos erros é que desenvolvemos o pensamento científico.

### 3 CRÍTICA AO ENSINO

É de se esperar que modificações no sistema de ensino sejam baseadas em novos paradigmas, novas visões de ensino com posições que propaguem a melhora do mesmo. Porém, as modificações trabalhadas por autores da área<sup>3</sup>, em nosso sistema educacional, não ocorreram, ou se ocorreram foram mal executadas, e ainda hoje seguimos paradigmas antigos e rígidos com regras, como sintetizado por Bacon de método científico, expostas *a priori* para transmitir conhecimento. Tal atitude perpetua a ideia do conhecimento “engessado”, estável e permanente. “Essas características atribuídas à ciência levam à propagação de alguns mitos na ciência escolar. Dois desses mitos referem-se às concepções ‘realista ingênua’ e ‘empirista feliz’ que, internalizados pelos professores durante sua formação, são repassados aos alunos” (NADEAU; DÉSAUTELS, 1984. Em: LÓBO, 2002, p. 146). Reduz-se assim, a formação do espírito científico. Bachelard trata o trabalho na escola carregado de retificações, o que contradiz o mecanismo de exclusão que o aluno está sujeito na educação linear, na qual há a inclusão do aluno que alcança os objetivos traçados por esse ensino, e excluído caso contrário (BARRETO, 2002, p. 127).

Estamos arraigados no positivismo e nas verdades absolutas. Os professores de ciências se formam nessas premissas e propagam concepções de ciências em suas aulas que sugerem a linearidade da ciência, e mais, que ela caminha para a verdade. Lóbo (2002) aponta como parte da responsabilidade pelo uso de *concepções inadequadas* de ciências nas escolas a “ausência de uma abordagem histórica, epistemológica e sociológica da ciência nos cursos de formação de professores”. Os processos de produção de ciência são negligenciados, propiciando a propagação de uma filosofia da ciência sem o carácter histórico. Nota-se a

---

<sup>3</sup> Vide alguns autores que defendiam a modificação do ensino, ou a queda do ensino tradicional, são: Paulo Freire (1970), Macedo (1994), Gil-Pérez & Carvalho (2000).

necessidade de se reformular o processo de ensino-aprendizagem “para uma imagem mais adequada da ciência” (LÓBO, 2002, p. 146-147).

Bachelard não trata, em específico, da educação, mas traz em seus livros a questão de formação do sujeito. Formação que se divide em duas linhas: razão e imaginação. Sem discorrer sobre a concepção tradicional de aprendizagem, Bachelard defende a razão e a imaginação como ferramentas para a formação do indivíduo, porque o que traz o conhecimento é a criação e invenção pelo sujeito, não a repetição de verdades absolutas consolidadas no conforto do comodismo. O indivíduo se desenvolve segundo o exercício de pensar sobre, criar e produzir objetos novos, sem certezas, mas sim, dúvidas. O exercício de pensar, como o ato do racionalismo, pode provocar o saber, assim como seus enganos, pois é deles que o sujeito afasta o erro e se desenvolve constantemente. Sobre o assunto, Bulcão e Barbosa elucidam:

O conhecimento é, assim, o resultado de um trabalho ativo, de um trabalho ativo no que diz respeito ao objeto, como também no que diz respeito ao sujeito. Diante do objeto, o sujeito elimina as impressões espontâneas, advindas desse primeiro contato e que impedem a construção objetiva. Apreendendo-se numa polêmica, algumas vezes interior, como exercício de pensar, o sujeito vai eliminando as ilusões primeiras, alcançando, assim, um saber coerente e racional num processo dinâmico de objetivação permanente, ao mesmo tempo em que consegue, num processo ascendente, ir se elevando como ser espiritual (BULCÃO; BARBOSA, 2004, p. 55).

A transmissão da ideia de que a ciência é linear limita o conhecimento, condiciona uma pedagogia de exclusão. O professor se torna um intérprete da verdade absoluta, sem raciocinar, ele somente expõe os tópicos da ciência feita de grandes e únicos gênios. Dependentes do sistema atual, os alunos são selecionados e excluídos a partir de moldes. A prática na escola deve, então, ser retificada. O trabalho educativo deve ser reformulado para enriquecer o trabalho do espírito científico e o desenvolvimento da ciência (BARRETO, 2002 p.127).

Bachelard atenta ainda sobre os obstáculos epistemológicos para o indivíduo e a formação do seu espírito científico. Ele trata os obstáculos epistemológicos como empecilho ao desenvolvimento científico. Em específico, trabalha com os obstáculos encontrados na construção do conhecimento adquirido na escola. Argumenta que alguns professores de ciências estão arraigados nesses obstáculos. Assim, não os superam e passam uma visão simplista e ingênua da ciência. Logo, Bachelard escreve em seu livro:

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de *adquirir* uma cultura experimental, mas sim de *mudar* de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 2005, p. 23).

O professor detém o poder de ensinar. Independente da matéria, o professor é elemento fundamental no ensino. O espírito científico coberto de hábitos freia o desenvolvimento científico, pois, como já foi discutido anteriormente, “o conhecimento objetivo nunca está terminado”. Assim, cabe ao professor instigar a razão, buscar desconstruir verdades do conhecimento para reconstruir um novo conhecimento, fazer disso uma prática pedagógica constante. O enigma proposto pelo professor leva o aluno à busca de sanar sua “vontade de conhecer”. O espírito curioso é rico. Vê-se pessoas que gostam, preferem ou até precisam do mistério para a explicação das ciências, estas julgamos cultas. As mesmas “aceitam com dificuldade a clareza consciente de si que oferece o pensamento axiomático” (BACHELARD, 2005, p. 304). Esse é o espírito científico ativo, que trabalha. O espírito científico quer se manter inquieto, nunca acomodado no conhecimento fechado, nunca limitado a verdades absolutas. Cabe ao professor alimentar esse espírito científico nobre no aluno. A formação desse espírito na criança é essencial para o desenvolvimento futuro do conhecimento científico, já que muitos poderão compor a futura comunidade científica. Essa formação pode ser dar na escola.

Sobre a escola, Bulcão e Barbosa escrevem:

A escola como lugar de cultura deve exigir que a aprendizagem seja um trabalho do mundo e principalmente sobre si mesmo. É necessária a retificação dos conceitos anteriores, a renovação constante das imagens e o desejo de instaurar o novo. A escola é, pois, um lugar de formação, mas principalmente de deformação e de reforma, no qual o sujeito, em construção permanente, renasce a cada instante como um ser renovado (BULCÃO; BARBOSA, 2004, p. 74).

Bachelard nos atenta principalmente para o ensino das disciplinas científicas nas quais os professores catequizam em vez de ensinar, apresentam certezas dogmáticas em vez de instigar a curiosidade. Neste contexto, o erro é visto como um pecado, defeito. Como já trabalhado no texto, a ciência não é algo dogmático. Aliás, o espírito científico se enriquece quando compreende a ciência construída de retificações, reconstruções e revoluções. Então, com auxílio do trabalho científico, Bachelard propõe que a escola seja formadora do espírito,

para tal deve haver permanente interação docente/discente. O professor deve se fazer aluno, porque a ciência exige um trabalho contínuo do sujeito. Aquele que não atua como professor e aluno formará um espírito limitado ao dogma. Como preconiza Bachelard:

A nosso ver, o princípio *pedagógico* fundamental da atitude objetiva é: *Quem é ensinado deve ensinar*. Quem recebe instrução e não a transmite terá um espírito formado sem dinamismo nem autocrítica. Nas disciplinas científicas principalmente, esse tipo de instrução cristaliza no dogmatismo o conhecimento que deveria ser um impulso para a descoberta. Além disso, não propicia a experiência psicológica do erro humano (BACHELARD, 2005, p. 300).

Pensar, refletir e racionalizar são ações que estão inseridas na formação e na educação. É na escola onde tais ações têm potencial para se desenvolver. Temos diferentes ideias que se entrelaçam em situações onde um deve ensinar e outro aprender. O racionalismo se apresenta nessa dialética troca de conhecimentos, ele “é fiel à sua missão de ensinar e tem como preceito maior partilhar ideias que de início pareciam absurdas por sua novidade em relação às ideias do passado de conhecimento” (BULCÃO; BARBOSA, 2004, p. 58-59). A dialética do professor/aluno é essencial para o racionalismo na formação do espírito científico da criança. Inicialmente a criança pode achar as ideias apresentadas pelos professores como ideias absurdas, mas é devido ao racionalismo que o espírito científico pode refletir sobre tais ideias. Esse então, é o processo de ensino que a escola necessita.

A escola deve ser construída para formar o cérebro inacabado da criança. Essa criança se molda de acordo com a sociedade e a escola em que está inserida. Como não está formada, a criança busca o novo, tem a curiosidade para aprender. Bachelard visualiza a necessidade da formação do espírito científico inserido na escola. A curiosidade da criança deve ser cultivada e aproveitada. O ensino meramente dedutivo deve ser combatido, assim como o ensino de teorias formalizadas. Haja vista que a ciência não é linear e sim, aliada à história, constituída através de conturbações e discussões. Logo, o ensino não deve passar a imagem simplista de ciência como uma simples evolução de conhecimentos.

O conhecimento que o aluno traz de seu cotidiano deve ser valorizado nas escolas. É a partir dos conhecimentos dos alunos que o professor saberá como conduzir a aula. Supondo que esse professor conheça a história das ciências, entender as concepções dos alunos e saber como lidar com elas se torna uma tarefa mais branda. O aluno que tiver acesso, direto ou indireto, aos processos de construção do conhecimento científico por meio de uma epistemologia histórica terá acesso às suas rupturas, entenderá a ciência como construída

pelos homens e influenciada por determinados momentos históricos. Supera-se assim, a visão linear, de verdades absolutas, que a escola tradicional prega com sua filosofia positivista. Assim, complementa Lóbo quando trata da epistemologia bachelardiana:

Por ser uma epistemologia histórica que busca na própria história das ciências elementos de reflexão para o filosofar, ela permite incorporar o conhecimento científico no contexto histórico e cultural em que ele foi construído, superando a imagem idealizada de um conhecimento neutro e acabado, característico da concepção positivista. Defendendo a necessidade de superação de posturas realistas e um devir do pensamento científico de transformação do realismo para o racionalismo, através de processos de ruptura, a epistemologia bachelardiana traz uma colaboração para o ensino de ciências, na medida em que rompe com a tendência continuísta de considerar o conhecimento científico uma sofisticação do senso comum (LÓBO, 2002, p. 155).

A pedagogia bachelardiana se baseia nos princípios de sua epistemologia, na qual existe a valorização do obstáculo como propulsor para o conhecimento, e essa atitude deve ser tomada pelo professor com uma renovação de sua pedagogia (JAPIASSÚ, 1976, p. 76-77). A criança deve ser na escola um ser que pensa, um espírito que busca. A criança não deve ser limitada às equações matemáticas prontas descritas como a formatação da natureza. O espírito da criança deve ser instigado em busca de ter curiosidades e querer saná-las. O professor é um fator de grande influência para o espírito científico do aluno. Tal deve ser sua pedagogia para contemplar esse aluno.

Para Bachelard, a formação do sujeito necessita de enganos. O erro é algo que deve ser visto com outros olhos pelas escolas. Ele não é algo que denota falha do espírito científico, mas sim a oportunidade de superá-lo e retificar seu pensamento. E ainda, o pensamento inicia com um problema que nunca será resolvido, retificá-lo constantemente faz parte da atividade científica. Sempre que se produz saber, quando cria e retifica o pensamento, há, simultaneamente, desenvolvimento do espírito. Quanto mais difícil for o desafio de superar o erro, melhor será o desenvolvimento do espírito científico (BULCÃO; BARBOSA, 2004, p. 52-55).

A crítica de Bachelard sobre o ensino está, também, na disseminação da ciência pela sociedade científica para a sociedade comum. Dizia-se que a ciência era difícil, então somente poucos conseguiriam entendê-la ou apreciá-la. Portanto, assim como hoje, propagava-se a

ciência feita somente por grandes gênios<sup>4</sup>. Porém, quanto mais se apresenta a ciência como difícil, mais ela será educativa e mais rica ela será ao espírito. A escola que a ciência deveria propagar precisa ser permanente e introduzida em sociedade. “Para que a ciência objetiva seja plenamente educadora, é preciso que seu ensino seja socialmente ativo”. A sociedade científica deve difundir o conhecimento para toda a sociedade comum. O espírito científico deve enfrentar e transcender os obstáculos que lhe tomam. Só a escola que compreende que as barreiras para o conhecimento científico devem ser frequentemente derrubadas vale ao espírito científico. Sobre a falha da sociedade com a escola, Bachelard termina seu livro *A formação do espírito científico* com o seguinte texto:

Se formos além dos programas escolares até as realidades psicológicas, compreenderemos que o ensino das ciências tem de ser todo revisto; que as sociedades modernas não parecem ter integrado a ciência na cultura geral. A desculpa dada é que a ciência é difícil e que as ciências se especializam. Mas, quanto mais difícil é uma obra, mais educativa será. Quanto mais uma ciência é especial, mais concentração espiritual ela exige; maior também deve ser o desinteresse que a guia. O princípio da *cultura contínua* está, aliás, na base da cultura científica moderna. É ao cientista moderno que convém, mais que a qualquer outro, o austero conselho de Kipling: "Se, ao desabar repentino da obra de tua vida, conseguires voltar ao trabalho, se puderes sofrer, lutar, morrer sem reclamar, serás um homem, meu filho". Na obra da ciência só se pode amar o que se destrói, pode-se continuar o passado negando-o, pode-se venerar o mestre contradizendo-o. Aí, sim, a Escola prossegue ao longo da vida. Uma cultura presa ao momento escolar é a negação da cultura científica. Só há ciência se a Escola for permanente. É essa escola que a ciência deve fundar. Então, os interesses sociais estarão definitivamente invertidos: a Sociedade será feita para a Escola e não a Escola para a Sociedade (BACHELARD, 2005, p. 309-310).

Portanto, apesar de Bachelard não ter trabalhos específicos voltados à escola ou educação, ele fala de como a ciência vista aos olhos da nova filosofia, enriquece o espírito científico. Este pode ser bem formado na escola. A filosofia, para Bachelard, deve ser renovada. O espírito científico nessa filosofia deve ser dedicado, a ciência exige trabalho contínuo. “Para aprender é necessário ser dinâmico e resistir a tudo aquilo que representa passividade e acomodação” (BULCÃO; BARBOSA, 2004, p. 73-74). O papel que a escola desempenha deve ser o motor propulsor da formação do sujeito. A escola deve formar o espírito que trabalha, diferentemente do que se prega nas escolas tradicionais, com sua visão de ciência rígida e linear. Assim, o espírito científico não é desenvolvido, pelo contrário, ele é limitado. Como consequência temos espíritos fracos e acomodados que estagnam a ciência.

---

<sup>4</sup> Uma das críticas do ensino de ciências atual é essa visão simplista de ciência, na qual só pode ser cientista aquele ser acima da média, inalcançável, um grande gênio. Sobre o assunto leem-se os seguintes autores: Gil-Perez *et al.* (2001) e Martins (2006).

Portanto, a escola possui um compromisso social além do de formação, e atualmente merece ser reconstruída superando suas falhas.

#### 4 NOVA FILOSOFIA

Quando tratamos de Bachelard, entendemos que as revoluções do começo do século XX foram o limite para as filosofias da época. Nasce a necessidade de uma nova filosofia com a revolução einsteiniana e, principalmente, com a microfísica. Para acompanhar estas revoluções é preciso uma mudança no espírito científico. “Foram os princípios da microfísica que revolucionaram a filosofia do espírito científico”. Já não se podia tratar dos corpúsculos como corpos pequenos. A realidade não era mais representada por “coisas”. O fenômeno não podia mais ser explicado pelos sentidos. O númeno kantiano assume a posição de criar o objeto científico para, então, explicar o fenômeno percebido. Então, é do númeno que se tem “dados”, estes que não são coletados pela observação, mas criados. Inventar substitui o descobrir (BARBOSA, 1985, p. 55-58).

Essa proposta de uma nova filosofia é apresentada no livro *“A filosofia do não”*, de Bachelard, cuja 1ª edição é de 1940. A obra é composta de críticas, em específico, do empirismo e do racionalismo kantiano, e explica, sob os erros das filosofias tradicionais, como deve ser uma filosofia que dê suporte às ciências atuais. O título do livro é sugestivo, porém *“A filosofia do não”* não é uma filosofia de negação ou contradição. É uma filosofia de retificação. Segue-se uma sequência lógica do racionalismo na construção da teoria que retifica a teoria anterior e reorganiza-a. Assim, para Bachelard:

É pois ao nível de cada noção que, em nossa opinião, se colocariam as tarefas precisas da filosofia das ciências. Cada hipótese, cada problema, cada experiência, cada equação reclamaria sua filosofia. Dever-se-ia criar uma filosofia do pormenor epistemológico, uma filosofia científica diferencial que contrabalançaria a filosofia integral dos filósofos. Esta filosofia diferencial estaria encarregada de analisar o devir de um pensamento. Em linhas gerais, o devir de um pensamento científico corresponderia a uma normalização, à transformação da forma realista em forma racionalista. [...] As condições dialéticas de uma definição científica diferente da definição usual surgiriam então mais claramente e compreender-se-ia, no pormenor das noções, aquilo a que chamaremos a filosofia do não (BACHELARD, 1978a, p. 8-9).

Em síntese, Bulcão dedica uma seção em seu livro para traduzir as tarefas da nova filosofia de Bachelard. A nova filosofia das ciências deve: difundir a noção de que a ciência atual é inovadora e procurar analisar suas construções racionais, em lugar de considerar a

ciência como uma continuação do conhecimento comum, imediato; refletir sobre a linguagem científica, a fim de contrapor à linguagem comum, e superar o obstáculo epistemológico verbal; apresentar a construção da ciência como um trabalho social. A ciência nunca pode ser individual, assim como a racionalidade que foi desenvolvida na comunidade científica; e ser “aberta”, constituída da união de filosofias, ser uma polifilosofia (BULCÃO, 1981, p. 27-38). Portanto, a nova filosofia de Bachelard tem a tarefa de renovar o espírito científico para este superar os obstáculos epistemológicos. O espírito utiliza várias filosofias para crescer. O desenvolvimento das ciências necessita dessa renovação. Essa é a proposta de Bachelard apresentada em seus trabalhos, ou seja, tratar a ciência com rupturas e intrinsecamente inexata.

Com Bachelard, a filosofia deve dar suporte a uma ciência que é construída de sucessivas aproximações, porque o conhecimento é qualitativo. Não podemos considerar como realidade quando tratamos da qualidade, porque esta não pode ser integralmente objetiva. Podemos buscar o real, construir o objeto, porém este está sujeito a inúmeras subjetividades – logo não concebe objetividade enquanto subjetivo – tanto a de um cientista quanto de todos os cientistas, simultaneamente. “Ainda que no fundo tudo pareça se resumir em mito, ficção ou dogma, dado que o real é da ordem do inalcançável, ou seja, nenhuma subjetividade podendo concebê-lo em sua totalidade” (SARMENTO, 1997, p. 42).

Lidamos com etapas racionais para atingir a qualidade que torna então o real inalcançável. “Por isso Bachelard fala de sua Epistemologia como de uma ‘Filosofia do inexato’” (BULCÃO, 1981, p. 69). A ciência não é mais exata, pelo contrário ela é construída de inúmeras rupturas para sucessivamente serem agrupadas. As rupturas decorrem da superação do conhecimento anterior por meio do novo racionalismo, aquele que expõe a relação entre experiência e teoria. É o requinte do espírito científico que proporciona a criação de teorias capazes de retificar o conhecimento científico e disponibiliza o aprimoramento do mesmo. Bachelard explica:

[...] Para incorporar novas provas experimentais, será preciso então *deformar* os conceitos primitivos, estudar as condições de aplicação desses conceitos e, sobretudo, incorporar *as condições de aplicação de um conceito no próprio sentido do conceito*. É nesta última necessidade que reside, a nosso ver, o caráter dominante do novo racionalismo, correspondente a uma estreita união da experiência com a razão. A tradicional divisão entre a teoria e sua aplicação ignorava esta necessidade de incorporar as condições de aplicação na própria essência da teoria. Como a aplicação está sujeita a sucessivas aproximações, pode-se afirmar que o conceito científico

correspondente a um fenômeno particular é o *agrupamento* das aproximações sucessivas bem ordenadas. A conceitualização científica precisa de uma série de conceitos em via de aperfeiçoamento para chegar à dinâmica que pretendemos, para formar um eixo de pensamentos inventivos (BACHELARD, 2005, p. 76).

Uma única filosofia não é mais suficiente para a ciência atual. Bachelard diz que a ciência contemporânea necessita da dialética entre filosofias diferentes. Ele propõe “*dar às ciências a filosofia que elas merecem*”. Poderia ser uma “polifilosofia”, não para selecionar o que tem de melhor em cada filosofia e agrupá-las, mas tratar o conhecimento científico desenvolvido ao longo do tempo influenciado por várias filosofias. Bulcão explica que “a ciência contemporânea não pode, pois, se deixar apreender por uma única filosofia porque ela não é homogênea, apresentando em si os elementos mais diversificados” (BULCÃO, 1981, p. 30). Ao longo do tempo viu-se uma ciência heterogênea, usou-se de diversas filosofias em suas teorias, mas nunca um misto dialético de filosofias. Com as revoluções científicas ocorridas no século XX, as filosofias tradicionais não comportavam mais as ciências. Bachelard diz ainda que o espírito científico carrega consigo mais de uma filosofia e afirma:

Em resumo, a qualquer atitude filosófica geral, pode opor-se, como objeção, uma noção particular cujo perfil epistemológico revela um pluralismo filosófico. Uma só filosofia é, pois, insuficiente para dar conta de um conhecimento preciso. Se então se quiser fazer, a diferentes espíritos, exatamente a mesma pergunta a propósito de um mesmo conhecimento, ver-se-á aumentar singularmente o pluralismo filosófico da noção. Se ao interrogar-se sinceramente acerca de uma noção tão precisa como a noção de massa um filósofo descobre em si cinco filosofias, quantas se obterão se se interrogarem vários filósofos a propósito de várias noções! Mas todo este caos pode ordenar-se se considerarmos que uma só filosofia não pode explicar tudo e se quisermos dar uma ordem às filosofias. Por outras palavras, cada filosofia fornece apenas uma banda do espectro nocional, e é necessário agrupar todas as filosofias para termos o espectro nocional completo de um conhecimento particular (BACHELARD, 1978a, p. 29).

A filosofia, para Bachelard, não adentrava na subjetividade e objetividade simultaneamente. Ela era dicotômica. Ora se concentra no *a priori*, na racionalização, e ora no *a posteriori*, na experimentação. Houve defensores da busca pela metafísica como houve defensores das conclusões que a experiência proporcionava, mas não com os dois modos de “ver” o mundo conciliados. Esses pontos de vista não deviam se contradizer, deveriam alternar o *a priori* e o *a posteriori* em uma dialética para disponibilizarem a dinâmica que a ciência moderna necessita. Claramente as filosofias tradicionais não supriam a ciência moderna. Para tanto, Bachelard propõe uma filosofia com dois polos complementares. É essa

filosofia, formada da dialética de filosofias, que comporta o pensamento científico. Assim, ele explica:

Se pudéssemos então traduzir filosoficamente o duplo movimento que atualmente anima o pensamento científico, aperceber-nos-íamos de que a alternância do a priori e do a posteriori é obrigatória, que o empirismo e o racionalismo estão ligados, no pensamento científico, por um estranho laço, tão forte como que une o prazer à dor. [...] A ciência, soma de provas e de experiências, soma de regras e de leis, soma de evidências e de fatos, tem pois necessidade de uma filosofia com dois polos. Mais exatamente ela tem necessidade de um desenvolvimento dialético, porque cada noção se esclarece de uma forma complementar segundo dois pontos de vista filosóficos diferentes (BACHELARD, 1978a, p. 4-5).

Complementando a concepção de que a ciência necessita de uma nova filosofia, Barbosa (1985) comenta sobre a função da matemática e da experiência no desenvolvimento da ciência quando interpreta Bachelard em sua tese de doutorado. Ela apresenta a ciência contemporânea feita da matemática associada à experimentação. Os modelos matemáticos substituem a observação de fenômenos, pois entende-se que esta observação seja devido aos órgãos do sentido, portanto, falha. Os órgãos do sentido só percebem a realidade, mas quando a realidade científica não é a mesma realidade dos sentidos, ela então é postulada. A matemática nos faz visualizar mais “portas” para a experiência. Primeiro constrói a ideia, depois desenvolve a gama de possibilidades advindas da matemática, só então se faz a experiência. Diferente do que o senso comum exercita (experiência imediata), a ciência contemporânea não começa com a experiência, ela começa com a ideia, com a elaboração da teoria, e termina com a experiência carregada de teoria. O observável dá lugar ao construído. Barbosa, então, escreve:

Na medida em que a realidade não é encontrada e que a função da ciência não é só desvelamento, a experiência não serve como ponto de partida da investigação científica, ela torna-se sua finalidade. Esta posição mostra-nos que a ciência não corresponde a um mundo a descrever, ela corresponde a um mundo a construir (BARBOSA, 1985, p. 60).

Nessa nova concepção de desenvolvimento da ciência o espírito científico se modificou e a matemática assumiu um papel importante. Essa valorização da Física-Matemática representa o direcionamento epistemológico para Bachelard. O espírito científico deve caminhar do racionalismo à experiência, seja esse racionalismo entrelaçado à matemática (BACHELARD, 1978a, p. 5). A matemática possibilita estabelecer inúmeras relações e seu fator de criação é enorme. A razão usa da matemática para inventar, criar. Para Barbosa, “só o esforço matemático permite pensar o fenômeno novo, é o esforço matemático

que forma o eixo da descoberta, é a expressão matemática que, sozinha, permite pensar o fenômeno” (BARBOSA, 1985, p. 64). A matemática auxilia o espírito no desenvolvimento da teoria. Ela se torna uma ferramenta necessária à ciência moderna para criar realidades novas a partir de descobertas e criações de fenômenos com objetos abstratos, diferentemente quando a matemática era puramente descritiva de fenômenos observáveis aos nossos sentidos. Bachelard complementa sobre o papel da matemática na ciência contemporânea:

O elemento é, pois, uma harmonia matemática, uma harmonia racional, porque é uma equação matemática que distribui os estados possíveis. A maior parte das vezes obtém-se esta equação matemática estudando uma propagação, uma transformação, uma operação, em suma, um devir. Mas este devir não depende da descrição; depende da normalização. Para valer o seu nome, qualquer elemento deve trazer a marca desta normalização. Deve ser *preparado*; deve ser *escolhido*; deve ser *oferecido* pelo matemático. Vemos, pois, surgir nas ciências físicas a oposição do *descritivo* e do *normativo*. A atribuição de uma qualidade a uma substância era outrora de ordem descritiva. O real tinha apenas que ser mostrado. Era conhecido desde que fosse reconhecido. Na nova filosofia das ciências é preciso compreender que a atribuição de uma qualidade a uma substância é de ordem normativa. A atribuição fixa possibilidades coerentes. O real é sempre um objeto de demonstração (BACHELARD, 1978a, p. 53).

A matemática não inicia a atividade científica, mas deve fazer parte do racionalismo. Este é visto como um polo epistemológico para o trabalho científico. Outro polo é o realismo. Racionalismo e realismo atrelados como um dipolo. A realidade não está para ser alcançada. Em seu livro *O Novo Espírito Científico*, cuja 1ª edição é de 1934, Bachelard afirma que “o sentido do *vetor* epistemológico parece-nos bem nítido. Vai seguramente do racional ao real e não, ao contrário, da realidade ao geral, como o professavam todos os filósofos de Aristóteles a Bacon” (BACHELARD, 1978b, p. 92). O pensamento científico cria suas teorias com auxílio da matemática. Se é criação do cientista, então esta é subjetiva e acredita-se que o real não pode ser acessível objetivamente. Mesmo a realização racional ou realização do matemático que se apresenta convincente, principalmente quando busca a objetividade, não nos conduz ao real, mas sim constrói uma realidade. A ciência atual necessita dessa interpretação para não estagnar. O racionalismo deve ser aplicado. O conceito deve ser retificado. Bachelard escreve sobre o novo espírito científico, com a dinamicidade do pensamento, que a nova filosofia desenvolve:

De maneira mais filosófica, pode-se afirmar que o pensamento se modifica em sua forma se ele se modifica em seu objeto. Sem dúvida, há conhecimentos que parecem imutáveis. Crê-se então que a imobilidade do conteúdo é devida à estabilidade do continente; crê-se na permanência das formas racionais, na impossibilidade dum [sic] novo método de pensamento.

Ora, o que faz a estrutura não é a acumulação; a massa dos conhecimentos imutáveis não tem a importância funcional que se supõe. Se se consente em admitir que, em sua essência, o pensamento científico é uma objetivação, deve-se concluir que as retificações e as extensões são dele as verdadeiras molas. É aí que é escrita a história dinâmica do pensamento. *É no momento em que um conceito muda de sentido que ele tem mais sentido*, é então que ele é, certissimamente, um acontecimento da conceitualização (BACHELARD, 1978b, p. 116).

Bachelard rompe com a dicotomia e propõe a dialética entre duas correntes, o racionalismo e o empirismo. Ele incentiva a pluralidade filosófica. Conclui, então, com a definição de racionalismo aplicado, que é a reunião entre a experiência e a razão. Na ordem, faz-se a teoria para ir à pesquisa. Inverte-se o “vetor epistemológico” que agora parte do racional para o real. Bachelard se apoia no racionalismo aplicado porque o cientista cria maneiras de atingir o dito real. Essas maneiras são as teorias que ele elabora e aperfeiçoa. Essas teorias provêm do racional, do subjetivo do cientista, logo não significa a explicação ou descrição do real, mas a criação da realidade. Logo, “o real existe, a realidade é construída” (SARMENTO, 1997, p. 42).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Busquei apresentar a necessidade da renovação filosófica e, conseqüentemente, do espírito científico. Vê-se a racionalidade fundamental na construção das ciências. A ciência se desenvolve quando os cientistas abandonam o conhecimento comum e a experiência imediata. A realidade não existe ainda, ele será construída pelo cientista. A ciência, aqui, descreve as “leis” da natureza para modificar e agir sobre ela. Os fenômenos estudados são resultados de teorias, as quais não existiam, mas o cientista criou. Não se trata mais de descobertas. “Conforme diz o próprio Bachelard, não se descobre um corpúsculo físico, como se, levantando a tampa de uma caixa, o encontrássemos lá. Tem mais sentido dizer que inventamos ou que o construímos através de processos racionais e técnicos” (BULCÃO, 1981, p. 71). O espírito não deve se acomodar nos sentidos, ele deve buscar formas de analisar, fazer experiências de suas teorias. Então o cientista cria receptores que substituem os órgãos dos sentidos. Porém, esses instrumentos são carregados de teorias. Logo, “os instrumentos não são outra coisa senão teorias materializadas” (BACHELARD, 1978b, p. 96). Assim, a ciência atual não deve mais buscar a descrição do real, ela busca no racionalismo do cientista para ser aplicada. É o racionalismo que cria e organiza as experiências e a lógica matemática para serem aplicadas. Essa é a nova filosofia que Bachelard considera que as ciências merecem.

A necessidade da renovação filosófica é evidente quando comparamos as filosofias tradicionais e o modo que se faz ciência hoje. Para Bachelard, o espírito científico precisa ser desenvolvido com a devida importância em seus erros para estes serem retificados. A racionalidade apresenta-se essencial na ciência a partir do século XX, pois ela dá lugar ao que os sentidos nos propõe, já que estes são falhos e nos enganam, e portanto, não nos permite acessar o real. Hoje faz-se ciência por meio de instrumentos, estes já são construídos carregados de teoria, logo a racionalidade inicia o processo científico que, associado à experiência, desenvolve teorias. Os fenômenos estudados são resultados de teorias, que se desenvolveram por meio da criação pelo cientista.

A visão da ciência imóvel, a ciência feita de descobertas, é recusada por Bachelard. Segundo suas teorias, nós, humanos, criamos o que desenvolvemos através de processos racionais e técnicos. A ciência não é mais a descrição da natureza ou do real, mas deve buscar o racionalismo e a formação do espírito científico é evidente quando se trata da busca pelo racionalismo aplicado. As ciências merecem uma revolução filosófica. Elas merecem uma filosofia que suporte todos os aspectos do conhecimento. Portanto, Bachelard propõe uma filosofia na qual o racionalismo cria e organiza a lógica matemática, e deve ser associado às experiências e esta filosofia necessita de trabalho contínuo.

Ressalta-se os obstáculos epistemológicos que interferem principalmente nas salas de aula e na *cidade científica*. A limitação que os hábitos impõem é forte, o pragmatismo se torna dogma e não pode ser contestado, assim fixa o obstáculo epistemológico. Este, para Bachelard, deve ser combatido e superado para desenvolver o pensamento científico. Com trabalho, o espírito científico deverá ser mais susceptível ao conhecimento novo, principalmente no ambiente escolar em que a criança está em formação do espírito científico. As retificações do conhecimento dão vida às revoluções, os erros são tão importantes quanto a construção de teorias coerentes.

A necessidade de uma renovação da escola se faz presente para muitos pesquisadores da área. A escola deve formar o espírito que trabalha, diferentemente do que se prega nas escolas tradicionais. Bachelard apresenta em seus textos sua concepção epistemológica sem adentrar profundamente na questão da aprendizagem. Porém, suas obras podem contribuir pedagogicamente para a criação de um novo modelo de escola. Vê-se argumentos sobre a construção de ciência, como se produz o conhecimento científico. Espera-se que os leitores

deste trabalho construam um olhar mais crítico ao conhecimento científico apresentado atualmente.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto, 2005, 5ª reimpressão.

BACHELARD, Gaston. **A filosofia do não**. São Paulo: Abril Cultural, 1978a. (Coleção Os Pensadores).

BACHELARD, Gaston. **O novo espírito científico**. São Paulo: Abril Cultural, 1978b. (Coleção Os Pensadores).

BACHELARD, Gaston. **Vida e Obra**. São Paulo: Abril Cultural, 1978c. (Coleção Os Pensadores).

BARBOSA, Elyana. **O secreto do mundo: Uma leitura de Gaston Bachelard**. 1985. Tese (Doutorado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1985.

BARBOSA, Elyana; BULCÃO, Marly. **Bachelard: pedagogia da razão, pedagogia da imaginação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

BARRETO, Maria da Conceição. **Pedagogia da ruptura: o conhecimento como processo descontínuo**. Revista IDEIAÇÃO, n. 9, p. 125-142, jan.-jun. 2002.

BULCÃO, Marli. **O Racionalismo da Ciência Contemporânea: Uma Análise da Epistemologia de Gaston Bachelard**. Rio de Janeiro, RJ: Edições Antares, 1981.

FREIRE, Paulo. **A concepção Bancária da educação como instrumento da opressão**. Seus pressupostos, sua crítica. In: FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*, 17ª edição, Editora Paz e Terra, Coleção o Mundo Hoje, v.21, Rio de Janeiro, 1970, p. 57-75.

GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Formação de professores de Ciências**. 4ª edição, Ed. Cortez, 2000.

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel Fernandez; ALIS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, Antonio; PRAIA, João. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. Ciência & Educação, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

JAPIASSÚ, Hilton. **Para ler Bachelard**. Rio de Janeiro, RJ: Livraria Francisco Alves, 1976.

LÓBO, Soraia Freaza. **Crise no ensino de ciências: Um olhar a partir da epistemologia bachelardiana**. Revista IDEIAÇÃO, n. 9, p. 143-158, jan.-jun. 2002.

MACEDO, L. **Ensaio Construtivistas**. 4ª edição, Ed. Casa do Psicólogo, São Paulo, 1994.

MARTINS, Roberto de Andrade. **A história das ciências e seus usos na educação.** Em: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino.* São Paulo: Livraria da Física, 2006, p. xxi-xxxiv.

SARMENTO, Paulo Sousa. **A organização racional da experiência: o racionalismo aplicado como base para uma aproximação do real.** Textos & Debates, n. 4, p. 36-43, 1997.

ZANETIC, João. **Textos de Evolução: Alguns tópicos de “filosofia” da ciência.** Instituto de Física - USP. São Paulo, SP. 2006.