



## **Sobre os limites da linguagem na educação em ciências físicas e químicas segundo a perspectiva epistemológica de Gaston Bachelard**

**Dirceu Ribeiro Nogueira da Gama<sup>1</sup>**

### **Resumo**

O artigo em voga trata de propor uma reflexão sobre a questão dos empregos da linguagem nos processos de ensino-aprendizado das ciências químicas e físicas. Para tal, tomou-se como referencial teórico as considerações de Gaston Bachelard sobre a natureza das inter-relações entre ciência e educação mostradas em *A Formação do Espírito Científico*, seguida de uma discussão sobre a mesma a partir dos conceitos de obstáculo epistemológico, obstáculo pedagógico, vigilância epistemológica e vigilância pedagógica.

### **Palavras-Chaves**

Educação; Física; Química; Linguagem; Gaston Bachelard.

### **Introdução**

A problemática dos horizontes da racionalidade científica constituiu um tema central de boa parte das obras do filósofo Gaston Bachelard. Ao longo dos estudos que realizou, Bachelard não só combateu, mas desclassificou toda pretensão de alcance de um racionalismo geral. Isso porque, na sua perspectiva, a história das ciências – de quem a filosofia deve estar à altura, dando-lhe a devida dimensão – deixa claro a inexistência de critérios de cientificidade universais válidos para todas elas. Assim, a física e a química constituiriam, por exemplo, áreas do conhecimento alusivas a uma região de cientificidade que poderíamos chamar de região da natureza e matéria, ao passo que a biologia, como mais tarde percebeu Georges Canguilhem, estaria aprumada com outra tendência, a das ciências da vida (Canguilhem, 2005). Depois de Canguilhem, vale a pena citar Michel Foucault que, enveredando por uma minuciosa investigação dos aspectos das modernas ciências do homem (psicologia, medicina psiquiátrica, etc.), revelou o quanto ancoravam-se em singularidades próprias (Machado, 2006).

Consoante tal perspectiva, o aprimoramento da produção de verdades em cada ciência acontece no rastro do aperfeiçoamento de sua base conceitual, técnica, instrumental e metodológica. Por seu turno, este aperfeiçoamento, visto ao longo do tempo, serve de efetivo indicador da maior ou menor maturidade conceitual que ela alcançou.

No caso específico das ciências físicas e químicas, em *O Novo Espírito Científico*, Bachelard não esquece de frisar uma questão que, a seu ver, é de suma importância: as transformações teóricas que tanto a física como a química sofreram ao longo de suas histórias, fruto da crescente interpolação cada vez maior de conceitos, métodos, técnicas e instrumentos (os quais, de sua parte, não deixam de ser

---

<sup>1</sup> Doutor em Filosofia. Professor de Antropologia do Movimento Humano do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia da Universidade Federal do Amazonas/Brasil.

materializações de idéias científicas) racionalmente estabelecidos, repercutiram na geração de novas concepções dos limites e possibilidades articulando ciência, natureza e sociedade. Ao passo que nos seus primeiros momentos, por volta dos séculos XVI, XVII e XVIII, a física e a química subsidiaram o delineamento de uma razão à imagem do mundo, no transcorrer do século XIX e a chegada do século XX elas converteram-se nos pilares de um mundo configurado à imagem da razão. Essa modificação correspondeu, para Bachelard, à transição de uma etapa pré-científica do estado dos conhecimentos físicos e químicos para outra científica propriamente dita. No caso específico do século XX, como veremos adiante, Bachelard chegou ainda a estabelecer uma outra cisão entre a física e a química pré-relativistas (antes de 1905) e as propriamente relativistas, as quais seriam os ícones de uma atmosfera científica única, diferenciada de tudo que houve nos anos anteriores.

Não faz parte das intenções desse trabalho penetrar a fundo nas considerações de Bachelard sobre o perfil dessa passagem da física e química pré-científicas à sua fase moderna científica pré-relativista e relativista; todavia, a menção a esse fato é salutar para exemplificar o quanto a atividade da ciência pressupõe singelos movimentos de detecção e superação de precariedades. Dialeticamente, esse também é o fator responsável por engendrar as constantes reformulações e emendas no interior de si mesma no que concerne aos seus métodos, forma e conteúdos. Portanto, derivam daí tanto as metamorfoses no modo com que entende os fenômenos sobre os quais se debruça, e que toma enquanto objetos de estudo, como na investigação das respectivas essências numerais que ora abrigam. Cumpre realçar que esse processo, longe de obedecer a um itinerário retilíneo e previsível, configura-se repleto de percalços e surpresas, de maneira que a emergência do incerto parece ditar a ordem dos acontecimentos. O seguinte parecer de Bachelard é salutar, na medida em que toca o âmago do problema:

O que nos surpreendeu à primeira vista, é que a unidade da ciência, tão freqüentemente alegada, nunca correspondia a um estado estável e, por conseguinte, era muito perigoso postular uma epistemologia unitária. Não somente a história científica manifesta um ritmo alternado de atomismo e de energética, de realismo e de positivismo, de descontínuo e de contínuo, de racionalismo e de empirismo, (...) mas é ainda sobre esse tema que o pensamento científico se divide de direito e de fato.

(Bachelard, 2000, p. 20).

No que tange aos estágios de desenvolvimento epistêmico alcançados pela física e química no alvorecer do século XX, Bachelard não teve dúvidas em afirmar que representavam construções do espírito únicas. Em muito contribuiu para isso o fato do filósofo e epistemólogo ter sido contemporâneo do anúncio da Teoria da Relatividade de Albert Einstein, circunstância essa que lhe permitiu comparar as projeções revolucionárias anunciadas para a física e a química antes e depois daquela. Entretanto, o mesmo acompanhamento levou Bachelard a formular densas interrogações ligadas ao terreno da educação, ciente do desafio que seria preparar os mais jovens para o aprendizado dessa nova física e química. Um dos motivos propulsores de suas inquietações estava na certeza de que educação verdadeiramente científica e erudição não eram a mesma coisa.

As ciências físicas e químicas, no seu desenvolvimento contemporâneo, podem ser caracterizadas epistemologicamente como domínios do pensamento que rompem nitidamente com o conhecimento vulgar. O que se opõe à constatação dessa profunda descontinuidade epistemológica é que “a educação científica”, que julgamos suficiente para a cultura geral, não visa senão a física e a química mortas, no sentido em que dizemos que o latim é uma língua morta. Não há nisso nada de pejorativo, se apenas quisermos fazer notar que existe uma ciência viva. (Bachelard, 1990, p. 18).

Nota-se então que o desencadeamento de uma educação científica coerente com as exigências da física e química contemporâneas, onde pudesse acontecer o despertar de um modo de pensar epistemologicamente consistente com a tipologia conceitual, metodológica e técnico-instrumental inerente a ambas, esbarrava, de acordo com a perspectiva de Bachelard, na mobilização dos meios de linguagem usados a fim de torná-las comunicáveis, e, por conseguinte, apreensíveis, pelo intelecto. Dada essa constatação, o objetivo de nosso artigo consiste em comentar essa vinculação entre linguagem e ensino-aprendizado da física e química tal qual concebida por Gaston Bachelard. Para isso, tomaremos como foco de nossa análise as considerações tecidas pelo filósofo no capítulo um de *A Formação do Espírito Científico*. Logo após, procuraremos refletir até que ponto a forma usual de emprego pedagógico da linguagem nos manuais didáticos de divulgação escolar da ciência é ou não compatível com a introdução de temas caros ao *modus operandi* da física e química atuais.

### **Linguagem, Educação e Ciência**

No capítulo inicial do seu clássico livro *A Formação do Espírito Científico*, Gaston Bachelard pontua que o fundamento precípuo do conhecimento científico é a superação de obstáculos epistemológicos, os quais, por sua vez, podem insurgir com as formas de opiniões superficiais do senso comum; enganosas intuições primeiras de cunho subjetivo ou então teorias já apresentando sinais de esgotamento. Bachelard também adianta que é mister que a atividade científica seja marcada por uma atitude de intensa vigilância procedimental sobre si mesma, justamente para evitar que o espírito venha a se tornar prisioneiro de tais óbices e, com isso, deixar de dar àquela a filosofia que merece.

Consoante essa observação, o autor acentua a importância de se desenvolver o que chama de instinto *formativo*, a saber, a permanente disposição do espírito para um estado de inquietação que: 1) não lhe permita aceitar a idéia errônea de que a ciência constrói-se por meio de generalizações superficiais; 2) force-lhe a formular interrogações e problematizações, porquanto esses são os legítimos caminhos da produção científica; 3) impeça a procura por identidades aparentes e imprecisas entre os fenômenos; 4) não perca de vista a produção de abstrações conceituais como horizonte da ciência. A antítese do instinto *formativo* é o instinto *conservativo*, ou seja, um estado de não mobilização e mesmo apatia em nada alinhado com as premissas acima expostas. A título de ilustração, Bachelard assim comenta as inter-relações entre esses “instintos”, que, a bem da verdade, correspondem a posturas comportamentais:

Um epistemólogo irreverente dizia, há vinte anos, que os grandes homens são úteis à ciência na primeira metade de sua vida e nocivos na outra metade. O instinto *formativo* é tão persistente em alguns pensadores, que essa pilhéria não deve surpreender. Mas, o instinto *formativo* acaba por ceder a vez ao instinto *conservativo*. Chega o momento em que o espírito prefere o que confirma seu saber àquilo que o contradiz, em que gosta mais de respostas do que de perguntas. O instinto *conservativo* passa então a dominar, e cessa o crescimento espiritual. (Bachelard, 1996, p. 19).

Em linhas gerais, o instinto *conservativo* remete às condutas pautadas em maneiras de agir e raciocinar que ao invés de libertar, tendem a enclacar o espírito nas malhas dos obstáculos epistemológicos. Estabelecida essa diferenciação conceitual, Bachelard, extrapola-a ao campo da educação, sugerindo que a geração

de instintos conservativos pode muito bem ocorrer no seio dos processos escolares de ensino-aprendizagem:

Como se vê, não hesitamos em invocar o espírito para destacar a justa resistência de certos obstáculos epistemológicos. De modo visível, (...) pode-se com certeza dizer que uma cabeça bem feita é infelizmente uma cabeça fechada. É um *produto de escola* [Grifo nosso]. Com efeito, as crises de crescimento de pensamento implicam uma reorganização total do sistema de saber. A cabeça bem feita precisa então ser refeita. Ela muda de espécie. Opõe-se à espécie anterior por uma função decisiva. Pelas revoluções espirituais que a invenção científica exige, o homem torna-se uma espécie mutante, ou melhor dizendo, uma espécie que tem necessidade de mudar, que sofre se não mudar. (Ibid. p. 21).

Percebe-se, nos dizeres anteriores, que o filósofo não hesita em afirmar que processos educacionais, segundo a maneira com que são geridos, contribuem muito mais para obscurecer do que propriamente libertar o autêntico pensar científico. Portanto, o seu parecer: “A noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação. (...) Muito do que se encontra na história do pensamento científico está longe de servir (...) à evolução desse pensamento.” (Ibid. p. 22).

Um fator de extrema significância alude aos aspectos da linguagem empregada nos textos de comunicação educacional da ciência. Muitas vezes ela aparece como eventual obstáculo epistemológico a ser ultrapassado, pois malgrado a objetividade descritiva ser uma característica desse tipo de produção textual, ainda assim isso não assegura a plena precisão de sentido no tocante àquilo a que se refere. Nas palavras do filósofo:

Muitas vezes, a preocupação com a objetividade (...) a arrolar todos os textos não chega até o ponto de medir as variações psicológicas na interpretação de um determinado texto. Numa mesma época, sob uma mesma palavra, coexistem conceitos tão diferentes! O que engana é que a mesma palavra tanto designa quanto explica (...). Por exemplo, a palavra telefone correspondem conceitos que são totalmente diferentes para o assinante, a telefonista, o engenheiro, o matemático (...). (Ibid. p. 23).

As múltiplas possibilidades de sentido geradas pelos usos da linguagem são assim reconhecidas por Bachelard como algo capaz de confundir a leitura das mensagens que ela propositadamente intenta veicular. Em se tratando da comunicação científica, o mesmo continua a valer. O motivo para tal, arvora o filósofo, é que a experiência de contato com as formações lingüísticas ocorre mediada por memórias, valores e vivências de foro pessoal. A apreensão cognitiva do conteúdo é função dessa interpolação entre o íntimo subjetivo e o presentificado na linguagem, de modo que aí figura a problemática nuclear do ensino de ciências.

Na educação, a noção de obstáculo pedagógico também é desconhecida. Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. Poucos são os que se detiveram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão. (...) Os professores de ciências imaginam que o espírito começa com 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. (Ibid. p. 23).

A aquisição de uma inteligência científica parece passar assim pela natureza das estruturas lingüísticas selecionadas e utilizadas para divulgar a ciência. Ou seja, ela esbarra necessariamente na linguagem como *médium* de reflexão e desencadeamento da cognição. Entretanto, convém acentuar que, conforme notou Bachelard (1996), a reiterada submissão do discente a determinadas padronizações lingüísticas, dado o conhecimento empírico que espontaneamente possui de suas imersões no cotidiano, pode gerar o efeito oposto, o de virtual inibição da forma científica de raciocinar. Por extrapolação, a submissão reiterada ao mesmo tipo de registro padronizado também contribui para influenciar o perfil das representações docentes sobre o *modus operandi* e os fins da ciência. Portanto, para Bachelard (1996), constata-se que a pedagogia das ciências, em função, por exemplo, de certas tipologias textuais dos livros e apostilas didáticas usualmente adotados como recursos curriculares de ensino-aprendizado, acarreta não é neutra quanto à injeção de interferências nas concepções e representações da natureza mesma da atividade científica. Logo, as concepções e representações geradas tanto podem efetivamente convergir ou destoar dos aspectos peculiares que tipificam, por exemplo, a epistemologia das ciências físicas e químicas propriamente ditas. Em outras palavras, do encontro da diagramação, por exemplo, de informações inerentes aos campos da química e física em unidades e sub-unidades didáticas distribuídas em capítulos com títulos, sub-títulos, listas de exercícios, etc. tornados cognoscíveis por intermédio de linguagens combinando desenhos, palavras e gravuras com os sujeitos docentes e discentes que sobre eles se debruçam, espera-se a emergência de mapas mentais sugestivos de um maior ou menor grau de compreensão da própria práxis em si dessas ciências.

### **Empregos pedagógicos da linguagem no ensino das ciências físicas e químicas: uma suposição crítica a partir de Bachelard**

Um ponto fundamental considerado por Bachelard (1996) nas reflexões que teceu sobre o papel da linguagem na educação científica reside justamente nas imagens que ela é capaz de despertar naqueles que ousam mergulhar em suas entrelinhas. Logo, eis o motivo pelo qual a disposição lingüística dos conteúdos científicos nos livros didáticos comumente adotados para o ensino da física e da química deve ser vista com reticências, tendo em vista que, como falado anteriormente, muitas vezes a obstrução do autêntico aprendizado pode despontar como o efeito majoritário produzido.

Um tema lembrado com recorrência por Bachelard (1990) é a verificação de que as ciências físicas e químicas não evoluem por acréscimo de novas descobertas teóricas em cima das antigas, como muitas vezes acredita o senso comum. Ao contrário, elas transformam-se segundo retificações de erros agenciadas no interior de uma intensa relação dialética entre a formalização racional do objeto de estudo e a devida instrumentalização experimental do mesmo. Esse tipo de tratamento, e o estágio alcançado pela física e química atuais corrobora isso, tende a colocar cada vez mais a lógica da pesquisa científica distanciada da observação e descrição direta de fatos no campo fenomênico. Muito embora em seus primórdios pré-científicos ambas tenham se alinhado com normas de cunho positivo, a sua própria dinâmica epistemológica propiciou-lhes desenvolvimentos históricos na direção de outros universos particulares de referência, onde a dupla reconstrução tanto dos modelos representativos da teoria como do conseqüente estatuto dos objetos de estudo sobre os quais versa acabaram sendo os resultantes diretos.

Ao identificar essa conjuntura, Bachelard (2000) está subliminarmente a afirmar que o centro de gravidade epistemológico da física e química modernas deslocaram-

se de um quadro conceitual assente em coordenadas cartesianas para outras não cartesianas. Isso não significa denegar a significância do contexto cartesiano e muito menos o raio de atuação de suas premissas, mas realçar que ele foi e é apenas um dentre outros ambientes epistêmicos possíveis. As leis, juízos, pareceres e conclusões alinhados com as prerrogativas cartesianas condizem com um recorte específico, de forma que as verdades que anunciam remetem a apenas esse singelo “campo de forças”. Por corolário, com ele coexistem muitos outros, fundados em diferentes parâmetros orientadores e variáveis de incidência.

Ainda sobre essa conjuntura, outro tópico enfatizado por Bachelard (2000) concerne à observação de que as epistemologias não cartesianas e cartesianas em nenhum momento relacionam-se de maneira determinística ou linear, no sentido de que uma veio em substituição a outra. Aliás, a história das ciências, quando olhada nas suas minúcias, ratifica que novos horizontes de saber muitas vezes surgem nas brechas dos métodos, consensos e teorias em voga, em grande medida capitaneados por inovações técnicas em instrumentos e procedimentos. Assim, as perturbações no estado do conhecimento em um dado momento antecedem a iminente retificação dos saberes existentes.

Nunca é demais ressaltar que muitas das perturbações em um dado momento do conhecimento científico brotam das “depurações” ou “filtragens” acontecidas nos testes empírico-experimentais. A tecnologia atua aqui de maneira preponderante, pois subsidia a criação de novos instrumentos e ferramentas. As suas participações no desencadeamento de novos rumos de trabalhos científicos não podem ser negadas. Bachelard (2000) sabia muito bem disso quando asseverou:

A observação científica é sempre uma observação polêmica; ela confirma ou infirma uma tese anterior (...); ela mostra, demonstrando; ela hierarquiza as aparências; ela transcende o imediato; ela reconstrói o real após ter reconstruído seus esquemas. Naturalmente, desde que se passe da observação à experimentação, o caráter polêmico do conhecimento torna-se mais claro ainda. Então, é preciso que o fenômeno seja (...) vazado no plano dos instrumentos. (...) Deles, saem fenômenos que trazem por todos os lados a marca teórica. (...) Entre o fenômeno científico e o noumeno científico, não se trata mais portanto de uma dialética longínqua e ociosa, mas de um movimento alternado que, após algumas retificações dos projetos, tende sempre a uma realização do noumeno. A verdadeira fenomenologia científica é, pois, essencialmente uma fenomenotécnica. Ela reforça o que transparece sob o que aparece. (Bachelard, 2000, p. 19).

Ao tecer tal diagnóstico, Bachelard (2000) acaba, de maneira deveras sutil, trazendo à baila aquele aspecto que, no nosso entendimento, reponde pelo cerne da atividade científica desempenhada nas ciências físicas e químicas: ambas são suscetíveis de sofrer grandes perturbações providas da natureza mesma dos seus processos epistemológicos internos porque os dois parâmetros que lhes demarcam, a saber, a “instrumentalização racional” e a “racionalização instrumental” dos fenômenos/objetos de estudo, se assim poderíamos chamá-los, interpolam-se dialeticamente de maneira tensa e dinâmica. Decorre daí que a espacialidade e temporalidade que instituem revestem-se de contornos instáveis, porquanto pautados num ambiente de abertura e a incerteza que caminha de mãos dadas com o definível e enunciável. O reforço da transparência (ou velado) sob aquilo que aparece (ou evidente), retomando o escrito da última linha do excerto acima, dita *ad infinitum* a trajetória de conhecimento a ser galgada na física e na química considerando a “instrumentalização racional” e a “racionalização instrumental” na qualidade de extremas delimitadoras suas.

Perante esse panorama, conclui-se que o pensamento científico das ciências físicas e químicas erige-se sobre um dualismo que, longe de aludir a uma idéia de

cisão, aponta para a dimensão de complementaridade entre o experimental e o racional. Em termos filosóficos, isso tem o seguinte significado para os cientistas dessas áreas do saber:

Com toda a evidência, o cientista não pode mais ser realista ou racionalista à maneira dos filósofos que acreditavam poder, sem dificuldade, se colocar perante o Ser apreendido, ou bem em sua prolixidade externa, ou bem em sua unidade íntima. Para o cientista, o Ser não é apreendido num bloco nem pela experiência nem pela razão. É preciso, portanto, que a epistemologia dê conta da síntese mais ou menos móvel da razão e da experiência, mesmo quando (...) se apresentasse filosoficamente como um problema desesperado. (Bachelard, 2000, p. 21-22).

Assim, a lógica reinante nessas ciências conclama muito mais a necessidade de fundação de uma ontologia do complementar do que uma metafísica do contraditório, declara Bachelard (2000). Deduz-se então que, nos tempos modernos (principalmente após o advento da Relatividade), a produção de verdades científicas físicas e químicas envereda para um caminho discrepante daquele postulado pelas categorias da teoria do conhecimento tradicional, no sentido em que Hessen (1987) e Zilles (2005) as colocam.

No seio de tamanha complexidade, o que projetar para a educação? As pedagogias convencionais são apropriadas para lidar com esse tipo de problemática ou não? Na leitura de Bachelard (2000), urge desenvolver uma educação que prime pelo que chama de “pedagogia da ambigüidade”. Só ela conseguirá dar ao espírito do educando a flexibilidade necessária à compreensão desse novo tipo de doutrina. Por conseguinte, a pedagogia da ambigüidade exige também que a linguagem didática passe por reestruturações condizentes com tais fins, na medida em que a incerteza emerge como atributo inalienável do agir científico (Japiassu, 1981). É justamente esse ponto que abre margem para críticas sobre o modo com que os livros didáticos ainda apresentam as ciências físicas e químicas enquanto áreas do saber.

Normalmente, os livros didáticos de física e química tratam essas disciplinas de tal modo que parecem se tratar de corpos de saberes já acabados e definitivamente imobilizados em arranjos de equações, disposições geométricas, reações e deduções. Neles, os fenômenos naturais são sugestivamente mostrados como detentores de uma essência imutável, exprimível em leis gerais baseadas em princípios eternos de cunho microscópico. Caberia a física e a química a exegética missão de revolver as entranhas da realidade, desvelando o que há por debaixo das aparências, pois é lá que está a verdade. Os livros didáticos seriam então os vetores que carreariam ao plano do olhar positivo os segredos mais íntimos da matéria, da energia, dos corpos celestes, da luz, etc. com o intuito de fazê-los conhecidos.

Contudo, essa comunicação livresca também peca noutro aspecto seminal: os exemplos, ilustrações e exercícios que propõem destinam-se acima de tudo a fixar, e não flexibilizar, os conteúdos que possuem. Dado esse intento, cujo efeito é o não desencadeamento do espírito questionador, a física e química acabam sendo vestidas com uma roupagem idealizada, destituídas de qualquer elemento que possa significar a presença do real com todas as assimetrias e ruídos que lhe compete. Ora, idealizá-las é o mesmo que aprisioná-las na esfera especulativa; mostrá-las como saberes sem ruído e terminados, livres de maiores relativizações, equivale a dogmatizá-las. Em se tratando de Bachelard, nada mais antinômico da ciência do que o dogma, entendendo-o como idéia transmitida de modo impositivo e sem contestação, fazendo apelo a uma adesão incondicional. (Japiassu, 1990). O uso do dogma aparece quando uma afirmativa vem à tona sem especificação de fundamentos, o que não raro reveste-a da conotação de revelação.

Decorre daí que jogos de linguagem idealizadores, dogmáticos e especulativos fatalmente outorgam as ciências físicas e químicas um acento metafísico que se traduzirá em confusões lingüísticas (Gilles, 1983). Quando presa nessas amarras, que lhes colocam muito mais a serviço da erudição cultural do que propriamente da construção do pensamento crítico esclarecedor, deparamo-nos com a emergência de um cenário onde a auto-demissão terapêutica, tal qual proposta por Wittgenstein, ascende como tarefa desejável (Siebeneichler, 2003). Isso seria outra forma de dizer que, na situação ora em questão, a pedagogia livresca da química e da física pende muito mais para o lado dos *instintos conservativos* de velhas estruturas metafísicas do que para o dos *formativos* da autêntica consciência científica. Temos aí um paradoxo: a ciência encalacrada nas malhas de um discurso informativo que é pseudo-científico, porém colocado como veículo pedagógico do seu ensino-aprendizado em bases legitimamente científicas, mas no fundo não passando de mera ideologia.

### **Vigilância epistemológica e vigilância pedagógica da linguagem**

Identificado esse viés, de que maneira proceder diante dele? Uma virtual proposta de encaminhamento de respostas pode ser colhida na exploração de outro conceito de Bachelard, o de vigilância epistemológica. Através dele, Bachelard manifestou a necessidade das ciências permanecerem em estado de constante reflexão crítica sobre os obstáculos epistemológicos que fatalmente são capazes de dificultar seus saltos evolutivos devido a mantê-las reféns de crenças, ideologias, opiniões e certezas superficiais. Como poucos, vale a pena lembrar que Bachelard apercebeu-se do fato de que as práticas científicas acarretam efeitos que reverberam sobre ninguém mais, ninguém menos do que o cientista. Se a marca do pensamento científico é a reorganização de si mesmo retificando tendências anteriores, toda vez que uma organização pré-existente acreditada como sólida é abalada, não raro nota-se que frações da comunidade científica imediatamente respondem com “contrapensamentos” que visam provocar resistências ou até inercializar o aparecimento do novo (Japiassu, s.d.). Paradoxalmente, esses obstáculos epistemológicos são os mais recorrentes; é sobre eles que o olhar vigilante deve incidir.

Muitas vezes, os contrapensamentos têm como meta ir além do campo da ciência e chegar até as gerações mais novas ainda em vias de aprender a lógica da produção científica. Isso indica predisposição para sair do espaço dos jogos de linguagem transcendentais típicos dos agregados científicos enquanto comunidades de comunicação *a priori*, definição essa dada por Karl-Otto Apel (1994), e penetrar nos ambientes educacionais. Ou seja, da mesma forma que os *instintos formativos* precisam se aliar à educação com o intuito de instruir o espírito a pensar e problematizar de forma científica, os *instintos conservativos* igualmente antevêm nela uma oportunidade de estrategicamente perpetrarem seus “contrapensamentos”. Verifica-se então duas maneiras antagônicas de tratá-la, em obediência com os propósitos que mais lhes apeteçam.

Conviria então, por extrapolação, alargar o raio de alcance do conceito de vigilância epistemológica de modo a incluir nele o de vigilância pedagógica, porque a disseminação de “contrapensamentos” científicos no universo da educação necessita de empregos das possibilidades da linguagem bastante particulares. Assim, pelo raciocínio que viemos expondo, não constitui desatino esperar que todo um aparato de coleções, séries, novas edições e reimpressões de livros-textos, apostilas e folhetins seja criado sob o pretexto de melhor esquematizar a compreensão das abordagens teórico-metodológicas das ciências físicas e químicas, malgrado as contribuições

dadas atuarem bem mais obscurecendo, e não estimulando, o pensamento criativo. Considerando que a linguagem é o “órgão” formador desse último, nos parece lícito e saudável chamar a atenção para tal cenário.

### **Considerações finais**

Conforme a discussão que aqui estamos propondo, não custa retomar uma observação ímpar de Bachelard ao escrever *A Formação do Espírito Científico*. Em 1905, o filósofo ousou dizer que a Relatividade de Einstein doravante reviraria os limites do conhecimento disponível justamente por deformar conceitos até então fixados como absolutos.

A partir dessa data, a razão multiplica suas objeções, dissocia e religa as noções fundamentais, propõe as abstrações mais audaciosas. Idéias, das quais uma única bastaria para tornar célebre um século, aparecem em apenas vinte e cinco anos, sinal de espantosa maturidade espiritual. Como, por exemplo, a mecânica quântica, a mecânica ondulatória de Louis de Broglie, a física das matrizes de Heisenberg, a mecânica de Dirac, as mecânicas abstratas e, em breve, as físicas abstratas que ordenarão todas as possibilidades de experiência (Bachelard, 1996, p. 9).

Fazendo coro à Bachelard, em tom não menos preciso encontra-se o diagnóstico de Alfred North Whitehead (2006). Apesar de não mencionar diretamente a Relatividade de Einstein, veremos no fragmento abaixo o papel de destaque que tinha para Whitehead (2006) concerne à história das ciências. Como poucos, este renomado físico, matemático e filósofo conseguia emitir pareceres aliando grande poder de síntese com rara capacidade de compreensão dos acontecimentos.

A marca da época atual é que tantas complexidades foram desenvolvidas no que se refere à matéria, ao espaço e ao tempo e à energia, que a simples segurança das antigas afirmações ortodoxas acabou por definhir. Claro que não ficarão como Newton as deixou, nem mesmo Clark Maxwell (...). Deve haver uma reorganização. O enunciado, tal como nos legou o século XVIII, foi um triunfo do senso comum organizado. Livrara-se das fantasias medievais e dos vórtices cartesianos (...). O século XVIII iniciou com a confiança completa de que a tolice tinha sido evitada. Hoje, estamos no pólo oposto do pensamento. Sabe-se que aquilo que parece sem sentido hoje pode tornar-se amanhã uma verdade demonstrada. Retomamos algo do tom do princípio do século XIX, só que em nível imaginativo mais alto. A razão (...) é não que temos imaginação mais refinada, mas (...) melhores instrumentos. Em ciência, a coisa mais importante que aconteceu nos últimos anos foi o progresso na forma dos instrumentos. (...) O resultado é que uma grande quantidade de informação foi acumulada em regiões da natureza removidas para muito longe da experiência comum da humanidade. (Whitehead, 2006, p. 146-147).

Percebemos que tanto Bachelard como Whitehead não titubeiam em corroborar o imenso distanciamento dos conceitos, instrumentalizações e procedimentos laboratoriais típicos das ciências físicas do século XX em relação aos seus predecessores dos séculos XVIII e XIX. Talvez o campo da química não tenha sofrido metamorfoses tão radicais, mas é igualmente inegável a quantidade de inovações teóricas e práticas que afloraram em seu interior. Apenas para lembrar algumas, cite-se: 1) o princípio da exclusão de Pauli (Bachelard, 2000); 2) a constatação de que o complexo enzima-substrato pressupõe a existência de uma forma de “cognição” já no nível molecular (Monod, 1970); 3) a descoberta, da parte de Watson & Crick, do DNA como invariante bioquímico estrutural de qualquer ser vivo

(Monod, 1970); 4) a concepção de que ambientes físico-químicos são sistemas abertos, cuja entropia pode ser estimada, segundo a equação de Prigogine, como um balanço entre desordens internas e externas (Von Bertalanffy, 2009).

Em suma, a física e química consagraram-se como ciências que atingiram um estágio de sofisticação epistêmica onde a vinculação com questões positivas imediatas praticamente não existe. Logo, tamanha complexidade pede práticas educacionais que possam efetivamente alavancar junto às novas gerações o desenvolvimento dos esquemas de pensamento que elas necessitam. Sabe-se que isso não se dá sem uma ampla revisão das tradições lingüísticas que abalizam os meios educacionais (e das virtuais verdades que carregam consigo), porquanto desse recenseamento depende a superação das certezas e dúvidas cujo vulto ainda não foi até hoje totalmente despachado. No entanto, elucidar que linguagens precisam ser instituídas perante os desafios colocados continua uma tarefa a ser executada.

### Referências bibliográficas

- APEL, Karl-Otto. *O a priori da comunidade de comunicação e os fundamentos da ética: o problema de uma fundamentação racional da ética na era da ciência*. In: *Estudos de moral moderna*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- BACHELARD, Gaston. *A epistemologia*. Lisboa: Edições 70, 1990.
- \_\_\_\_\_, *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- \_\_\_\_\_, *O Novo Espírito Científico*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000.
- CANGUILHÉM, Georges. *Escritos sobre a medicina*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2005.
- GILLES, Thomas Ranson. *Filosofia da educação*. São Paulo: EPU, 1983.
- HESSEN, Johannes. *Teoria do conhecimento*. Coimbra: Armênio Amado, 1987.
- JAPIASSU, Hilton. *Dicionário básico de filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1990.
- \_\_\_\_\_, *Introdução ao pensamento epistemológico*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, s.d.
- \_\_\_\_\_, *Questões epistemológicas*. Rio de Janeiro: Imago, 1981.
- MACHADO, Roberto. *Foucault, a ciência e o saber*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.
- MONOD, Jacques. *Le Hasard et la Nécessité*. Paris: Seuil, 1970.
- SIEBENEICHLER, Flávio Beno. *Jürgen Habermas: razão comunicativa e emancipação*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2003.
- VON BERTALANFFY, Ludwig. *Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- WHITEHEAD, Alfred North. *A ciência e o mundo moderno*. São Paulo: Paulus, 2006.
- ZILLES, Urbano. *Teoria do conhecimento e teoria da ciência*. São Paulo: Paulus, 2005.