

Os obstáculos epistemológicos de Bachelard e o ensino de Ciências

Regina Calderipe Costa*

Resumo

Neste trabalho, são apresentados os obstáculos epistemológicos propostos por Gaston Bachelard em sua epistemologia histórica. Para Bachelard, toda noção de um conceito é sempre um momento da evolução de um pensamento, pois o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior. O erro, na epistemologia bachelardiana, possui uma conotação positiva, e todo o progresso de uma filosofia das ciências se faz em um sentido de um racionalismo crescente superando o realismo inicial. A perspectiva descontinuísta está presente em toda a sua obra, pois acredita na ruptura entre o senso comum e o conhecimento científico. Partindo do pressuposto bachelardiano da necessidade de uma profunda reorganização do pensamento, algumas implicações de suas idéias para o ensino de Ciências são também discutidas.

Palavras-chave: epistemologia, obstáculos, ensino de ciências

Abstract:

The present paper adresses itself to the epistemological obstacles proposed by Gaston Bachelard in his historical epistemology. According to Bachelard, since the act of knowing is always opposed to previously accepted knowledge, all new concepts in fact derive from the evolution of a thought process. In this view an error is seen to have a positive connotation, thus any sort of progress within a philosophy of science is achieved through increasing rationalism and at the expense of the original realism. Since Bachelard postulates a break between common sense and scientific knowledge, his entire output exhibits such a pattern of discontinuity. Based upon Bachelard's insistence upon a thorough reorganization of thought, some of the implications of his ideas for science teaching are also debated.

Keys words: epistemology, obstacles, science teaching

* Este texto, originado de um seminário em Filosofia das Ciências, revela uma busca filosófica na melhoria de minha atuação como professora de Física. Como tal, não apresenta uma revisão bibliográfica de importantes trabalhos já publicados sobre tal temática. Mesmo sabendo das limitações do texto, ao publicá-lo, espero contribuir para a reflexão sobre a ação docente de meus colegas professores, principalmente na área de Ciências

Introdução

Atualmente, o fato de o aluno ser visto como um sujeito que já traz consigo um considerável número de representações sobre o mundo que o cerca e como construtor ativo do seu próprio conhecimento, leva-nos a reconsiderar os procedimentos educacionais. Implica rever conteúdos fatuais e conceituais, assim como falar com igual propriedade das estratégias que os alunos precisam desenvolver para conseguirem fazer frente aos novos problemas deste mundo com mudanças tão rápidas. Levamos a ter em conta seqüências de aprendizagem que tenham como referencial o quadro teórico prévio dos alunos, ou seja, a repensar os programas das diversas disciplinas, tanto em nível de segundo como de terceiro grau.

As crises do crescimento da ciência e, conseqüentemente, do pensamento implicam uma reorganização total do sistema de saber e da prática da educação. Evoluir, diversificar, precisar, retificar, complexificar, para a epistemologia bachelardiana, é dinamismo para fugir da certeza e da unidade. É inquietar nossa própria razão e desfazer nossos hábitos, é valorizar a pergunta mais do que a resposta, e não basear nada na opinião, pois nada é evidente e tudo é construído.

Tendo como base a tese central bachelardiana de que o conhecimento é a evolução do espírito científico, tentaremos mostrar que um racionalismo dono de uma razão única, fechada e estática significa mais obstáculos do que estímulo na aprendizagem dos alunos.

Em primeiro lugar, contextualizaremos o autor e sua obra. Após, apresentaremos a noção de obstáculo epistemológico e, finalmente, algumas implicações da epistemologia bachelardiana para o ensino de ciências.

Contextualização da obra de Gaston Bachelard

Bachelard nasceu em 27 de junho de 1884, em Bar-sur-Aube, na Champanha (França campesina) e faleceu na capital francesa, em 16 de outubro de 1962. Passou sua infância numa rústica província, onde não perdeu o contato com os elementos básicos da natureza, os quais estão muito presentes tanto em suas obras filosóficas como em seus poemas.

Primeiro, provido com o seu bacharelato, entrou para a administração dos Correios. Em disponibilidade por causa dos estudos a partir de 1913, preparou o concurso de alunos engenheiros dos Telégrafos e terminou, paralelamente, a licenciatura em Matemática. A Primeira Grande Guerra o impediu de formar-se em engenharia.

Em 1919, licenciado, entrou para o ensino secundário como professor de Ciências, em sua cidade natal (1919-1930). Como naquela

época um professor lecionava várias disciplinas, acabou por ministrar aulas de Filosofia, pois já há muito tempo dedicava-se a este tipo de leitura. É convidado a lecionar na Faculdade de Letras de Dijon, em 1930, e depois na Sorbonne, em 1940.

Seu período mais criativo, aquele que pensa a gênese do conhecimento científico, começa em 1927, com *Estudo sobre a evolução de um problema de Física, a propagação térmica nos sólidos*. Em 1928, publica *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. A seguir, *O Valor Indutivo da Relatividade* (1929), *O Pluralismo Coerente da Química Moderna* (1930), *O Novo Espírito Científico* (1934), *A Dialética da Duração* (1936), *A Filosofia do Não* (1940).

Um dos livros mais importantes de Gaston Bachelard, com toda a certeza, é *A formação do espírito científico*, escrito em 1938, que apresenta textos e conceitos da alquimia, da química e da física dos séculos XVII e XVIII interpretados com clareza e sabedoria pelo grande filósofo. Sua maneira clara e apaixonada de escrever cativa o leitor desde suas páginas iniciais.

A toda sua obra dedicada ao entendimento da construção do conhecimento científico até sua época, Bachelard acrescenta uma produção sobre a criação artística, o devaneio, as imagens poéticas e as potências da imaginação.

Eloquente e malicioso, Gaston Bachelard vivia solitário. Pacifista, afetuoso e bonacheirão, era considerado um professor respeitado e muito querido.

Bachelard vivenciou a ruptura entre o século XIX e o século XX, tendo uma vida pontuada de “instantes” decisivos tal como sua obra, cheia de contrastes, senão de metamorfoses (Santos, 1981).

Como “classificar” Bachelard? Segundo Santos (1981, p.278-279):

Se o chamam idealista, Bachelard diz que o seu **idealismo é discursivo**, isto é, dialético e polêmico; se o chamam materialista, destaca-se do materialismo ingênuo, porque o seu **materialismo é racional**, ativo e construtor.

Em sua tese de doutorado, Terrazan (1994, p.84) conclui:

Nesse sentido, o novo que se busca é justamente a afirmação das epistemologias descontínuas. E dentre estas, a que maiores contribuições oferece, no âmbito da pedagogia escolar, particularmente em relação à área de ciências naturais, é a epistemologia de Gaston Bachelard. (...) Em suma, correndo o risco subjacente a qualquer classificação, pode-se dizer que a

epistemologia bachelardiana é ‘racionalista, construtivista e descontinuista’.

Racionalista, devido ao papel fundamental que ela atribui ao sujeito no ato de conhecer. Construtivista, porque define que é através da ação do sujeito, numa interação dialética com o objeto, que o conhecimento se consubstancia. Descontinuista, pois admite como determinante na construção do conhecimento novo, a superação dos obstáculos que lhe são impostos pelo conhecimento anterior, mediante um processo de ruptura com este último.

No final do século XX, com o avanço da neurofisiologia mostrando os imensos poderes dos centros emocionais em influenciar nosso cérebro, incluindo seus centros de pensamento, podemos também dizer que o grande pensador já se preocupava, em *A Poética do Devaneio*, publicado pela primeira vez na França em 1960, com a antiga questão do *ser feliz* para almejar o equilíbrio entre a mente emocional e a racional:

Assim, é todo um universo que contribui para a nossa felicidade quando o devaneio vem acentuar o nosso repouso. A quem deseja devanear bem, devemos dizer: comece por ser feliz. Então o devaneio percorre o seu verdadeiro destino: torna-se devaneio poético: tudo, por ele e nele, se torna belo. Se o sonhador tivesse “a técnica”, com o seu devaneio faria uma obra. E essa obra seria grandiosa, porquanto o mundo sonhado é automaticamente grandioso. (Bachelard, 1996a, p.13)

A concepção dinâmica de sua epistemologia está presente em toda a sua obra, em todos os seus textos. Sua preocupação com a evolução da ciência e do próprio pensamento científico na formação individual de cada um está presente no seu trabalho.

E é no decorrer do próprio desenvolvimento científico, ao realizar uma história recorrente, que encontramos discontinuidades ou rupturas. Conhecer o presente para interpretar e julgar o passado, sem querer restabelecer as mentalidades pré-científicas, esta é uma história recorrente, pois *o conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras. Nunca é imediato e pleno* (Bachelard, 1996b, p.17).

A ciência, nesse aspecto, contraria a opinião. O espírito científico impede que expressemos opiniões sobre questões que não compreendemos. Todo conhecimento científico precisa destruir a opinião. Mesmo quando a ciência concorda com um conhecimento empírico, suas razões são outras. Isto é, o conhecimento científico se processa destruindo conhecimentos mal estabelecidos pelo cotidiano, superando vários obstáculos. A evolução do

pensamento científico se processa contra *obstáculos epistemológicos*, ou seja, lentidões e conflitos inerentes ao próprio ato de conhecer.

Os obstáculos epistemológicos

O conhecimento comum é interpretado por Bachelard como um obstáculo epistemológico para o progresso da ciência. A experiência comum, antes e acima da crítica, conduz a erros que devem ser retificados. Assim que, o conhecimento científico deve formar-se *contra* a natureza, *contra* a experiência imediata, *contra* o impulso diante de fenômenos corriqueiros e coloridos do cotidiano. Para aprendermos com a natureza, temos que psicanalisar o conhecimento objetivo, isto é, desvelar deste conhecimento todo o caráter subjetivo que nos induz a erros. De maneira clara, escreve, em *A Formação do Espírito Científico*, sua concepção de obstáculo epistemológico:

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, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (idem, p.17)

A tese a esse respeito, defendida por Bachelard, é de que a admiração pelas imagens com a conseqüente satisfação imediata oferecida pelo fenômeno natural, é um obstáculo para a cultura científica. Por esse motivo, o epistemólogo fala em observador *iludido*. Fugindo do sentido do problema, este observador retira a mola do progresso. Assim que, a **experiência primeira** é considerada o **primeiro obstáculo epistemológico** na formação do espírito científico.

Com nossos conhecimentos atuais, ao analisar vários livros do século XVIII sobre a eletricidade, vemos como foi difícil “retirar” todo o colorido dos fenômenos elétricos e as visões empíricas carregadas de aspectos irregulares, mas, ao mesmo tempo, evidentes e básicas. Uma vez passada a primeira atração pela magia das experiências dos fenômenos elétricos, passaram a ser consideradas fáceis. Como diz Priestley (in Bachelard, 1996b, p.37-38):

As experiências elétricas são as mais claras e mais agradáveis de todas as que a física oferece. (...) Se alguém chegasse (a prever o choque elétrico) por meio de algum raciocínio, teria sido

considerado um grande gênio. Mas as descobertas sobre a eletricidade decorrem tanto do acaso, que não se trata de resultado da genialidade e sim das forças da Natureza, o que provoca a admiração que por elas sentimos.

Este pensamento caracteriza muito bem o empirismo ingênuo: o próprio pensamento é uma espécie de causa aleatória da experiência, pois para ele o acaso faz tudo. Ao observador basta a admiração, ele não a provoca porque tem a sorte de estar diante do fenômeno. E para o mesmo tipo de fenômeno, este *observador iludido* procura a variedade. Quanto maior a tabela de dados colhida, mais feliz ele fica. Este espírito pré-científico não provoca a *variação* do fenômeno, não tem método de pesquisa.

Com as facilidades das primeiras experiências vem a *vontade* de ter razão e, assim, o observador passa a dar um *valor declarativo* primordial ao seu conhecimento recém adquirido. E contra esta apropriação imediata de observações particulares é muito difícil realizar a psicanálise do conhecimento objetivo. A retificação das experiências primeiras pode, no máximo, ser provocada por novas experiências, as quais têm como objetivo maior tentar que o observador não faça raciocínios apressados nem estabeleça relações precoces. Uma base empírica para o espírito pré-científico provoca o estabelecimento de falsas relações.

Entretanto, o que existe de mais imediato na experiência primeira *somos nós mesmos*: nossos desejos inconscientes. O antigo físico procurava leis na natureza que traduzissem a ordem no Universo, porque ele não podia suportar a desordem. Ele precisava de certezas dentro dele, pois não conseguia conviver com incertezas, provisórias e conhecimentos tidos como inacabados. Essa concepção de “desordem” na natureza é muito recente, assim como a visão de uma ciência em constante mutação. Resumindo:

Ao espetáculo dos fenômenos mais interessantes, mais espantosos, o homem vai naturalmente com todos os seus desejos, com todas as suas paixões, com toda a alma. Não é pois de admirar que o primeiro conhecimento objetivo seja um primeiro erro. (idem, p.68)

E por não buscar a variação, o espírito pré-científico entrega-se à *doutrina do geral*. A **generalidade** é colocada na epistemologia bachelardiana como o **segundo obstáculo epistemológico**.

A base empírica do conhecimento pré-científico faz com que repetidas experiências mal interpretadas levem a conclusões gerais. Tudo é compreendido, tudo é explicado, assim como tudo é generalizado.

Até hoje várias pessoas atribuem a Aristóteles a seguinte conclusão: *todos os corpos caem*. Mas, uma breve leitura dos textos do antigo filósofo mostra-nos que ele ensinava que os corpos leves, como fumaça, vapor, fogo e chama, buscavam o empíreo, seu lugar natural, enquanto que os corpos *graves* procuravam *naturalmente* a terra. Como é fácil cair em generalidades!

Muitas conclusões gerais são resumidas em tabelas. Bachelard denomina-as de *tabelas da observação*, visto serem preenchidas por uma espécie de registro automático, com base nos *dados* provenientes dos sentidos, servindo apenas para generalizar uma intuição particular. Para ele:

a idéia de tabela, aparentemente uma idéia constitutiva do empirismo clássico, é a base de um conhecimento estático que, mais cedo ou mais tarde, emperra a pesquisa científica[...] Ora, um dos aspectos mais notáveis da física contemporânea é que ela trabalha quase exclusivamente na zona das **perturbações**. É das perturbações que surgem na atualidade os problemas mais interessantes. Enfim, sempre chega o momento em que é preciso romper com as primeiras tabelas da lei empírica. (idem, p.72-73)

Na concepção bachelardiana, o empirismo clássico, num *continuum* com a natureza, procede a repetitivas experiências, atraído pela variedade do fato particular e não pela variação do fenômeno, contrariando assim as idéias de Bacon sobre o pensamento empírico. E, neste momento pode ser enganado por duas tendências contrárias, as quais Bachelard chama de *atração pelo particular e atração pelo universal*. O pensamento pré-científico mal conclui uma experiência específica, generaliza-a aos mais variados domínios, de tal maneira que *o conhecimento geral* é praticamente um *conhecimento vago*.

A *sobredeterminação* é outra forte característica da mentalidade pré-científica, pois *tudo vem a ser causa de tudo*. Esta generalização leva o homem a não estabelecer limites para o que é útil. Assim, tudo serve para tudo, e o verdadeiro deve sempre ser acompanhado do útil. Eis, então, um grande obstáculo a ser superado: **o conhecimento unitário e pragmático**.

Hábitos de natureza verbal passam a ser os próximos **obstáculos** ao pensamento científico expostos na epistemologia bachelardiana. Uma única imagem, ou até mesmo uma única palavra, constitui toda a explicação para um fenômeno da natureza. Ao serem expressos por uma metáfora, já são explicados. Tudo é muito simples!

Bachelard não é totalmente contra o uso de metáforas, mas sim contra o uso abusivo das imagens usuais. Ele critica o uso de metáforas quando passamos a nos agarrar demasiadamente nelas, e não sentimos mais necessidade de explicações. A metáfora supre qualquer necessidade de maiores aprofundamentos. O acúmulo de imagens prejudica a razão e impede a visão abstrata e nítida dos problemas reais. Impede a evolução do pensamento que necessita afastar-se bastante das imagens primitivas.

Ao desenvolver uma história recorrente, Bachelard, em *A Formação do Espírito Científico*, mostra-nos como o uso da palavra *esponja* foi significativo na história das ciências. Entre alguns exemplos, podemos ver como Benjamin Franklin, em 1752, comparando a matéria comum a uma espécie de esponja para o fluido elétrico, tenta explicar, detalhadamente, a partir daí, suas experiências neste ramo da Física. Em 1731, Réaumur utiliza a metáfora da esponja para explicar a compressão e a rarefação do ar, e Marat, segundo artigo publicado em 1779, explica o resfriamento de um corpo quente imerso no ar ou na água dizendo que estes se comportam como esponjas. Até mesmo Descartes, em *Les principes de la philosophie*, em 1681, aconselha a usar de maneira muito vantajosa o exemplo da esponja para também descrever como se processa a rarefação do ar. Bachelard afirma que *a metafísica do espaço, para Descartes, é a metafísica da esponja (idem, p.98)*.

O perigo das imagens está no fato de que nem sempre são imagens passageiras, porque tendem a completar-se. Segundo Bachelard, na mentalidade pré-científica, a imagem entra antes da teoria, enquanto que na mentalidade científica ela entra depois, já suficientemente pensada e explicada. Assim, um excessivo uso de imagens leva a uma forte materialização, intensificando qualidades *substancialistas*.

O **obstáculo substancialista** atribui à substância qualidades diversas, mas acima de tudo, agarra-se à idéia de estar contido em alguma coisa, ou seja, é necessário que a qualidade profunda esteja *contida*. A própria substância, além de ter um interior, passa a ser o próprio interior. Estudos de Química no século XVIII centravam-se em descobrir as qualidades internas e externas das substâncias: era necessário descobrir as propriedades ocultas, por exemplo, do ouro e do mercúrio, pois no interior das substâncias estão seus poderes, suas virtudes e suas forças. Para Bachelard (*idem, p.125-127*), a *intuição substancialista* é o pensamento habitual do século XVIII.

Os conhecimentos biológicos aos quais Bachelard dá o nome de **obstáculo epistemológico animista**, chamam atenção ainda como obstáculos à objetividade da fenomenologia física. Vivacidade é o que chama a atenção nos fenômenos naturais, e vivacidade é sinal de vida. Em

certo estágio do desenvolvimento pré-científico, os fenômenos biológicos servem de meio de explicação para os fenômenos físicos, e vida até mesmo chega a ser atribuída aos minerais. A vida anima as substâncias com um valor indiscutível. Quando a substância deixa de ser animada, perde seu encanto.

Assim, a vida vem a ser considerada uma propriedade generalizada, unindo todos os seres do Universo.

Mas, para Bachelard, nada é tão forte quando comparado com o obstáculo constituído pela libido: *A tudo o que **dura** em nós, direta ou indiretamente, liga-se a libido (idem, p.225).*

Atraído pela vida, o espírito pré-científico também é atraído pelo mistério. Na epistemologia bachelardiana, os símbolos alquímicos representam o jogo com o mistério numa tentação tipicamente sexual. Para o alquimista todo interior é um ventre e, aos metais, como o mercúrio, ele concede propriedades como a esterilidade. A relação chega a ser de pessoa para pessoa, e não de pessoa para objeto. Aqui, as metáforas representam o próprio sinal dos desejos sexuais.

A eletricidade, por ser misteriosa, é mais ainda sexualizada em uma mente em formação. Para o espírito pré-científico, a eletricidade pode ser sexualmente eficaz e Bachelard transcreve um trecho da obra de La Cépède, *Essai sur l'électricité naturelle et artificielle*, escrita em 1781, na qual o amor é, para o homem, “fonte de infelicidade e de dor” e os vegetais “crescem e se multiplicam sem ciúme e sem dor” pois *o fluido elétrico é para os vegetais o que o amor é para os seres sensíveis; com uma diferença, porém: para as plantas ele é apenas a causa de uma existência tranqüila e sossegada* (La Cépède in Bachelard, 1996b, p.249).

Pensamentos sexuais, certamente, são encontrados em uma mente em formação. O professor Bachelard relata que, em sua experiência no ensino da Química, constatou que a maioria dos alunos atribuíam o papel ativo ao ácido (masculino) e o papel passivo à base (feminino). Estes significados sexuais constituem, para ele, verdadeiros obstáculos epistemológicos, a ponto de afirmar *que toda ciência objetiva **nascente** passa pela fase **sexualista** (idem, p.247).*

Finalmente, esta epistemologia mostra-nos que um conhecimento objetivo imediato já é falseado pelo fato de ser qualitativo, e, portanto, traz um erro a ser retificado. Entretanto, é enganoso pensar que o conhecimento quantitativo escapa aos perigos do conhecimento qualitativo. A grandeza não é automaticamente objetiva e o excesso de precisão, no reino da quantidade, corresponde ao excesso de pitoresco, no reino da qualidade. Conseqüentemente, *é preciso refletir para medir, em vez de medir para refletir (idem, p.262).* Em hipótese alguma as determinações numéricas

devem ultrapassar em exatidão o permitido pelos instrumentos utilizados nas medidas.

Os obstáculos epistemológicos de Bachelard evidenciam sobremaneira sua tese central: a necessidade de uma psicanálise do conhecimento objetivo. Significa dizer, o objeto nunca é um *objetivo* imediato, sendo o ponto de partida impregnado de pragmatismo e desejos. Neste aspecto, é mais uma vez importante aceitar a ruptura entre o conhecimento sensível e o conhecimento científico. A mudança de estado do espírito caracteriza a evolução do ser. Mostra, assim, o progresso da ciência.

O espírito pré-científico arranca com todo o seu realismo e necessita ser freado. O fracasso vem a ser, então, a *freagem* do estímulo inicial. É assim que a epistemologia bachelardiana consagra um valor positivo ao erro: *Assim, a nosso ver, o homem que tivesse a impressão de **nunca** se enganar estaria enganado para sempre (idem, p.295).*

O erro não é um mal. A objetividade implica uma série de erros *comuns e normais a serem* retificados. Os obstáculos epistemológicos nunca são definitivamente superados, uma vez que o espírito científico sempre se apresenta com seus conhecimentos anteriores.

A epistemologia bachelardiana e o ensino de ciências

Dentre os epistemólogos contemporâneos, Bachelard foi, sem dúvida, aquele que mais explicitamente se referiu aos aspectos pedagógicos envolvidos no desenvolvimento de uma ciência. Sua atuação como professor na escola secundária e seu vasto conhecimento sobre a história das ciências, forneceram-lhe embasamento e também motivação para sugerir formas de ensinar que mantêm correspondência com a própria evolução do conhecimento científico, sobretudo, em relação à Física e à Química.

Como enfatiza Bachelard, sempre preocupado com a aplicação de suas teorias em sala de aula:

Na Educação, a noção de obstáculo epistemológico 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 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, 1996, p. 23).

Defendemos a tese de que aprender ciências, hoje, significa romper com a experiência do mundo sensível, significa colocar em crise conceitos tradicionais da experiência comum. Entretanto, não significa estabelecer uma hierarquia axiológica, isto é, uma hierarquia de valor entre conhecimento comum e conhecimento científico, pois tais conhecimentos referem-se a racionalidades essencialmente diferentes, não redutíveis uma à outra. Estes conhecimentos refletem racionalidades setoriais não unificáveis, não redutíveis uma à outra (Lopes, 1996).

Compreender conceitos clássicos em Física ou em Química não significa mais *ficar* no domínio dos conceitos clássicos. O que importa é aceitar que atualmente o significado de *compreensão* também se modificou. Compreender significa reconstruir, isto é, ter a coragem de aceitar que o conhecimento é provisório, pois *toda noção é sempre um momento da evolução de um pensamento* (Bachelard, 1991, p.47).

Ao professor cabe encaminhar o sentido do problema, o melhoramento da pergunta. Por exemplo, durante uma aula de Dinâmica Clássica, após ter ressaltado ser a massa *essencialmente uma grandeza positiva* pode então lançar a pergunta: E uma massa negativa, por que não? Está lançada uma pesquisa, a qual os alunos podem tentar realizar, até mesmo procurando textos na Internet, para posterior discussão na sala de aula. Por que não?

O fundamental é a transformação do conceito científico e do ser que apreende os conceitos. Desta maneira, acreditamos estar pelo menos tentando uma consciente *evolução conceitual* e uma *evolução pessoal* de cada aluno, evolução como cidadão consciente de seu lugar no mundo.

A epistemologia bachelardiana também é um ótimo referencial teórico na reformulação da abordagem da experimentação no ensino de Ciências. Ainda vários professores de Ciências acreditam que fazer uma experiência, ou seja, entrar em contato com os fatos, conduz o aluno necessariamente à aprendizagem. De acordo com esta concepção, basta realizar o experimento e o aluno chega imediatamente à lei e à compreensão de toda uma teoria. O continuísmo das experiências comuns do cotidiano para as experiências do laboratório de Ciências garantiria, assim, o sucesso da aprendizagem e todo ensino deveria começar pela atividade experimental. Eis aqui a necessidade de mais uma ruptura.

É importante, primeiro, dialetizar o conhecimento que os alunos já trazem consigo, de suas vivências com o mundo sensível. Uma vez

explicitado e discutido o fenômeno, baseado, então, na nova teoria, leva-se os alunos a elaborarem e realizarem seu projeto de investigação experimental. Essa é uma etapa muito indicada para trabalho socializado, pois em grupo os alunos podem se aperceber, mais rapidamente e sem maiores conflitos emocionais, de que suas concepções iniciais, mesmo não concordando com a teoria científica, são comuns e normais.

O professor, no laboratório, deve procurar defender seus alunos da *sedução da facilidade*, tanto no que se refere à coleta de dados, como à rapidez com que muitas vezes eles preenchem uma tabela. A experiência pensada e planejada é trabalhosa. Atividade experimental é mais uma oportunidade para romper com o senso comum e, portanto, seus resultados não podem conduzir ao óbvio, simplesmente àquilo que os alunos já esperavam. Todo resultado deve ser questionado e, antes de fornecer todas as respostas, de controlar todas as variáveis, deve manter uma dúvida. Por que não?

Normalmente, em aulas experimentais, o professor propõe um experimento em que o aluno, manipulando variáveis, deve comprovar a lei fornecida na aula teórica. Esta é mais uma concepção a ser superada, pois realmente não é possível descobrir as leis a partir dos fatos. Muitas vezes, quando o professor pede ao aluno que descubra uma lei, implicitamente está solicitando ao aluno que determine inequivocamente a curva a qual descreve aqueles resultados experimentais (Silveira in Moreira e Axt, 1991). Ora, se existem infinitas curvas que passam muito próximo dos resultados obtidos, como pode o professor exigir que o aluno lhe construa *a* curva? Este é mais um momento oportuno para dialetizar o conhecimento científico e promover mais uma ruptura.

Além disso, como já foi afirmado antes, o homem vai ao encontro de todo fenômeno com toda a sua alma, isto é, com toda a sexualidade e agressividade que estão no seu interior. Toda a realização humana surge da busca do equilíbrio entre prazer e competição. O educador, portanto, deve tentar separar o objeto de seu observador e controlar a carga de afetividade que, com certeza, estará sempre presente na relação do aluno com o experimento e nas suas relações com o próprio professor e, mesmo, com seus colegas. Não estamos falando, sob hipótese alguma, em eliminar todas as emoções e os sentimentos das pessoas. Estamos, sim, alertando para o fato de que eles existem e seria ótimo que nós, professores de Ciências, valorizássemos mais a relação entre processos vitais e processos de conhecimento, pois um não existe sem o outro. O laboratório de Ciências é um verdadeiro turbilhão de conflitos científicos e emocionais!

Por muito tempo, do ponto de vista ideológico, o homem almejou a perfeição, vinculada ao conceito de ordem e simetria no Universo; almejou

alcançar um ponto de vista quase divino sobre a natureza. Isso o impediu de incluir nas leis da natureza as probabilidades e a irreversibilidade.

O *novo* mundo está repleto em todos os níveis de instabilidades. O *novo* mundo é dinâmico com uma racionalidade aberta, assim como a epistemologia de Bachelard. Temos que substituir a pedagogia das certezas por uma pedagogia do problema, onde saberes prefixados dão lugar ao acesamento da informação. Substituir a simplicidade pela complexidade, assumindo o erro como ponto de partida e tendo como chegada uma verdade provisória, pois ensinar não é comandar, e educar não é apenas instruir.

Ainda de acordo com a epistemologia bachelardiana, a qual defende a tese de que a eficácia das motivações intelectuais não reside no plano intelectual e sim no plano das paixões, no plano dos instintos, no plano dos interesses (Bachelard, 1994), consideramos que é importante dar-se conta de que o instinto sexual leva à aprendizagem (Klein, 1970). Conhecimento e prazer estão diretamente relacionados. Ao professor cabe, sim, tornar sua aula prazerosa. É necessário *dar um tempo* para que o aluno possa “descobrir” o conhecimento e sentir prazer por esta “descoberta”. Sentir prazer de conhecer para conhecer mais, e não apenas para utilizar na prova. Alertava Bachelard: *Para ensinar o aluno a inventar, é bom mostrar-lhe que ele pode descobrir* (Bachelard, 1996c, p.303).

Acreditando que todo ato educativo possui uma concepção epistemológica, podemos dizer que enquanto os professores não refletirem epistemologicamente o que ensinam e como ensinam, obstáculos epistemológicos serão reforçados.

Conscientes desta mudança, teremos que dizer **não** à seqüência linear dos conteúdos de Ciências em nossas disciplinas, tanto em nível de segundo grau, como em nível de terceiro grau. Uma saída está apontada por Terrazan (1994, p.174) quando defende a inserção da Física Moderna na escola média:

Vê-se que, diferentemente de um encadeamento dedutivo, tão a gosto do ensino tradicional da física, aqui sequer praticável, o que se vai compor é uma malha ou rede de conceitos e propriedades interrelacionados. Assim, as características químicas de um metal estarão associadas tanto às suas propriedades elétricas (como sua condutividade) quanto às suas propriedades óticas (como seu brilho característico).

É esta malha que dará consistência ao aprendizado, porque articulará significados. Tal articulação propicia igualmente o tratamento dos novos conceitos dentro dos grandes blocos da tradicional divisão da física escolar, sem excluir, e até mesmo incentivando a introdução de novos tópicos.

Defendemos a idéia de que o modelo **não** pode ser uniforme, pois as rupturas **não** serão iguais para todos os conceitos e todos os indivíduos, assim como para todos os níveis etários. **Não** há certezas, **não** há propostas fechadas.

Inserir conteúdos de física moderna e contemporânea na escola média brasileira, assim como rever os programas das disciplinas básicas dos cursos universitários, principalmente das licenciaturas, não implica na resolução de todos os problemas relativos ao ensino de Física. É importante, do nosso ponto de vista, um certo processo de metacognição por parte dos estudantes, favorecendo que eles conheçam e valorizem seus modos de raciocinar, suas metodologias para a construção do conhecimento e a epistemologia de seus erros.

Aos professores, podemos dizer que é imprescindível, cada vez mais, a participação mental ativa dos alunos com o aprofundamento nos significados das grandezas que trabalham e com debates onde se confrontem diversas alternativas e se tomem decisões baseando-se em critérios compatíveis com os científicos.

Uma evolução conceitual apenas em relação a alguns conceitos da Mecânica ou do Eletromagnetismo não será significativa se não vier acompanhada de outras, tais como a própria visão de conceber a construção das ciências.

Reformas educativas que levem a mudanças das idéias e das práticas escolares não podem ser concebidas a partir do zero, da negação de tudo que aí está. Por analogia com os conhecimentos prévios que os alunos possuem quando chegam em nossas salas de aula, podemos dizer que a partir da escola que temos deveremos chegar à escola que queremos:

A idéia de partir de zero para fundamentar e aumentar o próprio acervo só pode vingar em culturas de simples justaposição, em que um fato conhecido é imediatamente uma riqueza. Mas, diante do mistério do real, a alma não pode, por decreto, tornar-se ingênua. É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais. Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber. Quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade de seus preconceitos. Aceder à ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado. (Bachelard, 1996b, p.18)

Cada vez mais torna-se necessário, então, investir na formação continuada dos professores de ciências numa visão integradora de conteúdos, metodologias e concepções epistemológicas. Investir na postura

de professor-pesquisador, onde a pesquisa não fosse um elemento a mais, mas sim uma dimensão da prática pedagógica transformadora.

O caminho não é fácil e encerrando com as próprias palavras de Bachelard (*idem*, p.24):

Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir.

Referências bibliográficas

- BACHELARD, G. A filosofia do não: filosofia do novo espírito científico. Lisboa: Editorial Presença, 1991.
- _____. A dialética da duração. São Paulo: Editora Ática, 1994.
- _____. A poética do devaneio. São Paulo: Martins Fontes, 1996a.
- _____. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto Editora Ltda., 1996b.
- KLEIN, M. e RIVIERE, J. Amor, ódio e reparação. Rio de Janeiro, Imago Editora Ltda, 1970.
- LOPES, A. R. C. Bachelard: O filósofo da desilusão. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 248-273, dez. 1996.
- MOREIRA, M. A. e AXT, R. Tópicos em ensino de ciências. Porto Alegre: Sagra, 1991.
- SANTOS, M. H. V. Kant, Marx, Freud, Bachelard, Piaget. Porto Editora, 1981.
- TERRAZAN, E. A. Perspectivas para a inserção da Física Moderna na escola média. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da USP, 1994.