

PROBLEMAS E EXPERIÊNCIAS: UMA RELAÇÃO NECESSÁRIA À EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

José Ribeiro Leite

Centro Universitário Eurípides de Marília/jrleite@fundanet.br

RESUMO

O trabalho experimental tem um papel relevante a desempenhar enquanto estratégia de ensino e de construção de conhecimento. O artigo trata do “problema” como elemento norteador da experiência em educação científica. Defende a tese de que a articulação entre problema e experiência é condição necessária a esse tipo de educação. Depois de uma breve introdução, apresenta experiências que não educam cientificamente ou que não condizem com a educação científica. A seguir, propõem-se outras concepções e práticas de experiências que podem proporcionar mudanças nos modelos de ensino vigentes. Por último, apresenta a relação entre filosofia e ciência, entre problema e experiência como condição necessária ao alcance dos objetivos da educação científica, onde o problema funcionaria como fio condutor da prática pedagógica e científica.

Palavras-chave: Educação científica, ensino de ciências, problema e experiência.

ABSTRACT

The experimental work has an excellent paper to play while strategy of education and construction of knowledge. The article deals with the "problem" as norteador element of the experience in scientific education. It defends the thesis of that the joint between problem and experience is necessary condition to this type of education. After one soon introduction, it presents experiences that they do not educate scientifically or that they do not condizem with the scientific education. To follow, it considers other practical conceptions and of experiences that can provide changes in the effective models of education. Finally, it emphasizes the relation between philosophy and science, problem and experience as necessary condition to the reach of the objectives of the scientific education, where the problem would function as pedagogical practical conducting wire of and the scientific one. The experience in itself and for itself does not educate scientifically.

Word-key: Scientific education, education of sciences, problem and experience.

PROBLEMAS E EXPERIÊNCIAS: UMA RELAÇÃO NECESSÁRIA À EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Introdução

O conteúdo deste texto se localiza entre estudos e reflexões a respeito da experiência em educação científica. Esse assunto, uma vez problematizado, provoca e propõe uma série de outros temas, problemas e discussões. Nosso interesse se limita a investigar a experiência, procurando estabelecer uma relação de interdependência entre problema, trabalho experimental e sua influência no percurso da educação científica.

Admitindo que o trabalho experimental tem um papel relevante na educação científica, pretende-se saber se, em termos práticos, tem contribuído satisfatoriamente para a formação de competências e atitudes científicas, para o desenvolvimento do espírito científico, se está de acordo com as exigências da educação científica e ainda, se esse papel pode ser melhorado quando precedido por um problema, questão a ser resolvida por meio de pesquisa.

Mais especificamente, nosso objeto de estudo encontra-se delimitado na articulação entre o problema e o trabalho experimental na educação científica, ou seja, na subordinação da experiência ao problema científico, pois, consideramos que o trabalho experimental não deve ser pensado nem praticado aleatoriamente, ignorando o ponto de partida problema/hipótese e o ponto de chegada resultado/hipótese.

A proposta e a necessidade de articulação entre experiência e problema se confronta com a fragmentação das atividades experimentais realizadas em laboratórios, muitas vezes desvinculadas de qualquer tipo de problema e justificativas relevantes. Revisando alguns estudos sobre esse tema vemos que, embora favoráveis à experiência no ensino de ciências, muitos autores tecem suas críticas ao ensino experimental, seja no que diz respeito à concepção, seja a respeito da operacionalização.

Diante dessa problemática, propõe-se a seguinte questão para estudo: as atividades experimentais influenciam favoravelmente a educação científica, mesmo quando não precedida de um problema a ser resolvido? Como resposta à questão apresentada, diríamos que as experiências, quando precedidas de problemas científicos, atendem melhor às exigências da educação científica do que aqueles experimentos não subordinados ao problema, isto é, a experiência é imprescindível na educação científica quando emerge de problemas formulados.

Alguns motivos justificam a realização desse estudo. Primeiro pela contribuição que pode emprestar à compreensão do real papel do problema e da experiência no desenvolvimento do senso crítico e do espírito científico. Também por proporcionar a identificação do lugar ocupado e/ou que deveria ser ocupado pela experiência na investigação de problema e qual o seu papel no processo investigatório.

O estudo se justifica socialmente, pois nos ajudará a compreender que a educação comprometida com o desenvolvimento intelectual, científico e social, não se faz apenas pelo ensino de determinados conteúdos, mesmo que através de experiências, mas pelo desenvolvimento de competências e atitudes científicas que possam proporcionar melhores desempenhos acadêmico, profissional e social.

O trabalho tem por objetivos: estabelecer relações entre problema, experiência e educação científica; salientar a importância do problema para o desenvolvimento do espírito científico; verificar o papel da experiência no percurso da educação científica e solução de problemas; colaborar para um melhor entendimento e aplicabilidade do problema e da experiência no ensino de ciências.

Quanto aos aspectos metodológicos, diríamos que os raciocínios desenvolvidos no decorrer do trabalho estão organizados indutivamente com o auxílio do método comparativo, através do qual pretendeu-se confrontar as diferentes perspectivas de ensino de ciências e dentro destas, as diferentes perspectivas de trabalho experimental, promovendo assim o exame simultâneo para que as eventuais diferenças e semelhanças pudessem ser constatadas e as devidas relações estabelecidas.

A pesquisa desenvolveu-se obedecendo a um plano de trabalho que orientou na identificação e seleção de fontes bibliográfica a serem utilizadas. Concluída essa etapa, passou-se à leitura temática e interpretativa do material selecionado. A seleção e análise dos textos levaram em consideração as críticas e as perspectivas de trabalho experimental mais adequadas à educação e trabalho científico, procurando identificar o diferenciador qualitativo do trabalho experimental, já que o seu êxito, entre outros, depende do para que e do como será realizado.

Experiência que não educam cientificamente

Na vida escolar, nos diferentes níveis de ensino, parece existir uma só ciência e uma única maneira de se ensinar ciências. Mas não é bem assim. O que existem são instituições e professores que praticam um único tipo de ciência e de ensino, a ciência feita, produto, disciplina. Ignora-se a ciência-processo, enquanto construção de conhecimento.

Para Freire-Maia (1991, p.17-8), a ciência pode ser classificada em ciência-disciplina e a ciência-processo. Resumidamente, a primeira é a disciplina (ciência formalizada) que o professor ministra aos seus estudantes e estes devem aprender na linha pela qual é ensinada para que possam fazer exames e ser aprovado. Já a segunda (ciência em vias de fazer-se) é a ciência que o cientista realiza e que pode ser dividida em duas fases: a pesquisa, isto é, os procedimentos de investigação e a divulgação de seus resultados.

A ciência enquanto produto, o já construído, parece ser predominante nas instituições de ensino. Já a ciência enquanto processo é ainda uma atividade pouco divulgada, ensinada e praticada, principalmente no ensino Fundamental e Médio. E quando praticada em nível de graduação, é com muita resistência, limitação e pouca qualidade, ausência de senso crítico, pois nos níveis anteriores também não houve educação científica.

A prática conteudista do ensino de ciências, quase sempre isenta de qualquer tipo de problematização, influencia negativamente a experiência científica em sala de aula e o ensino de ciências, principalmente por ignorar o papel do problema, da hipótese e sua articulação com a experiência no percurso da investigação e da educação científica. Cachapuz, Gil-Pérez e Praia (2002b, p.258) identificam em pesquisa realizada que

Numa perspectiva inadequada da experiência realizada na sala de aula, não se analisa e reflete nos resultados, à luz do quadro teórico e das

hipóteses enunciadas, mas apenas se constata o que era mais do que provável que acontecesse – a experiência realizou-se para dar determinado resultado já esperado e conhecido de antemão. Na perspectiva que vimos falando, de forte pendor empirista, a experiência surge, quase sempre, como algo episódico, ligado a uma visão heróica do cientista; ignora, pois, os contextos sociais, tecnológicos e culturais da construção e produção científica, que o professor tem de conhecer e não se pode alhear, deixando à margem das suas aulas. Caso contrário, a experiência científica escolar toma o sentido do fazer, sem saber por que e para que.

Entendemos que a elaboração e a solução de problemas no percurso da experiência é condição necessária ao desenvolvimento do senso crítico, à formação do espírito científico, e que o ensino de ciências que visa à educação científica pode e deve contribuir para isso, contrapondo-se a uma mentalidade, talvez inconsciente, que é possível aprender e fazer ciências sem envolver-se no processo de aprendizagem, seja do conhecimento produto ou do conhecimento em construção.

Estudos realizados por Sá e Carvalho (1997, p.44) identificam, por exemplo, que ...”as aulas de laboratório, em que os alunos mecanicamente executam as instruções de ‘receite de cozinha’, bem como os exercícios de demonstração de um princípio ou lei científica, destituídos de significado pessoal para o aluno, são exemplos de um ensino pretensamente experimental, mas de má qualidade pedagógica”.

As aulas, quase sempre, são permeadas por uma falsa crença de que o desenvolvimento intelectual, o senso crítico ou espírito científico podem ser desenvolvidos apenas com a presença passiva do aluno na sala de aula e pela transmissão de conhecimentos prontos, como se tudo fosse evidente, gratuito e nada fosse construído. As críticas a esse modelo de ensino e de experiências são reforçadas por Carraher e Carraher (1985, p.7). Através da análise de livros didáticos utilizados com alunos de 5ª a 8ª séries de Recife, esses autores criticam e defendem que

...que não se pode deixar de analisar o caráter das experiências propostas pelos textos consultados, que constituem aproximadamente 40% das atividades previstas, pois a sua flagrante deficiência merece ser documentada. Quatro pontos serão observados quanto a essas experiências. Primeiro, elas não envolvem problemas propostos pelos alunos ou suas prováveis preocupações, mas são tratadas como provas de alguma ‘questão científica’. (...) Segundo, estas experiências nada oferecem no sentido de desenvolver a capacidade de observar ou de despertar a curiosidade do aluno, pois os resultados já se encontram desenhados no livro ao lado das instruções sobre o que fazer. Terceiro, elas nada podem ilustrar sobre o ‘método experimental’, pois não envolvem nem controle nem mensuração de variáveis. Quarto, as conclusões a serem formadas a partir da observação não são conclusões a que o estudante chegaria com base nos dados disponíveis. Além disso, elas são apresentadas ao lado de outras incorretas, para identificação pelo estudante, o que provavelmente resulta na eliminação de qualquer esforço inferencial do aluno.

Sá e Carvalho entendem que o ensino experimental não se resume no desenvolvimento de algum tipo de manipulação de objetos, materiais e equipamentos, por alunos e professores. Na concepção desses autores, há uma superficial e rudimentar noção de ensino experimental. “Trata-se de um entendimento que põe toda ênfase na visibilidade externa de manipulações e ações, sem a consideração dos processos mentais associados. Ora, tais manipulações e ações podem ocorrer sem qualquer investimento intelectual e sócio-efetivo relevante da parte do aluno. Quando assim é não há, em rigor, aprendizagem” (1997, p.44).

Estudo realizado por Matos e Valadares (2004) a respeito do efeito da atividade experimental sobre a aprendizagem da ciência pelas crianças do primeiro ciclo do ensino básico reúne vários autores que, em suas pesquisas, obtiveram conclusões aquém das expectativas. Os pesquisadores identificam que as atividades não contribuíram para a aquisição de atitudes positivas face à ciência, nem melhorias significativas nos alunos quando submetidos a atividades experimentais nas escolas secundárias. O resultado não surpreende os autores pelo fato de as atividades experimentais continuarem a sendo encaradas numa perspectiva fechada, como receita.

Pesquisas realizadas na rede estadual do Paraná também revelam uma concepção e prática de experiência bastante limitada no que diz respeito à educação e investigação científica. Segundo Arruda e Laburú (1998, p. 53), os professores reconhecem a importância de atividades experimentais no ensino das disciplinas científicas no ensino fundamental e médio. Por outro lado, os pesquisadores observaram que os principais argumentos utilizados pelos professores para justificar a necessidade das atividades experimentais se apóiam majoritariamente em uma concepção de Ciência ultrapassada e há muito tempo, criticada pelos filósofos da ciência.

Pesquisa realizada por Cachapuz, Gil-Pérez e Praia, também identificam falhas no ensino de ciências (2002a, p.30). Ao estudar a relação entre problema e experiência na educação científica, os autores salientam que os manuais escolares, assim como muitas práticas dos professores, denotam uma ausência de definição clara da situação-problema em estudo.

... Os alunos, muitas vezes, não sabem do que andam a procura e ainda que tentem dar um nexos aos seus conhecimentos fazem-no desgarradamente, por parcela, já que lhes falta um fio condutor, um organizador, um problema que unifique as idéias. Em particular, no trabalho experimental, os estudantes executam tarefas sem saber para onde caminham e que resposta hão de dar a quê. Parece – e parece-lhes - que os conhecimentos surgem claros, óbvios e não precisam ser interrogados e tem uma resposta que surge natural. Esta é a pior maneira de usar um bom instrumento de aprendizagem.

Algumas perguntas podem ser feitas com base nessa citação. Por exemplo, porque os alunos não sabem o que procuram? O que seria o fio condutor? No trabalho experimental, porque os alunos executam tarefas sem saber para onde caminham e que resposta hão de dar e a quê? O conhecimento é realmente claro, óbvio e não precisa de pergunta. As respostas surgem realmente de maneira natural? Parece-me que as primeiras perguntas poderiam ser respondidas ou resolvidas, em parte, pela colocação do problema no princípio da investigação científica, ou seja, pela subordinação da experiência ao problema. Problema que também podem ser formulados pelos próprios alunos a partir de suas vivências e necessidades. Já as segundas,

respondemos com um não, principalmente quando pensamos o conhecimento e o ensino de ciência como processo de construção.

Experiências que educam cientificamente

Em perspectivas de ensino, texto organizado por Cachapuz (2001, p.1), são apresentadas as principais perspectivas de ensino de ciências, que decorrem e se justificam a partir de quadros teóricos diferentes. Esses referenciais teóricos são marcados por alguma concepção de ciência e de filosofia da ciência. Dentre os quatro perspectivas de ensino de ciências apresentadas pelo autor, Ensino por Transmissão (EPT), Ensino por Descoberta (EPD), Ensino por Mudança Conceptual (EMC) e Ensino por Pesquisa (EPP), ressaltamos a última por entendermos que o ensino de ciências e o trabalho experimental proposto por esse referencial teórico proporcionar maiores possibilidades de rupturas com as práticas e concepções vistas acima.

Por exemplo, no ensino por transmissão o trabalho experimental (te) são realizados ao acaso. Trata-se de um (te) de tipo ilustrativo, demonstrativo e de sentido verificatório ou, quando muito, confirmatório, preparado para os alunos observarem com atenção e fazerem registros que lhes são solicitados. O seu grau de abertura é reduzido, ou mesmo nulo, não dando espaço ao aluno para, ao menos, perguntar para que está a fazer o que lhe foi dito para fazer. (CACHAPUZ, 2001, p.10).

Também no ensino por descoberta, o trabalho experimental não parece atender as expectativas que estamos defendendo até aqui. Nesse tipo de ensino, a experiência pela experiência é, por excelência, a atividade que os alunos devem fazer sistematicamente. O método aparece, sobretudo, como um exercício mecânico e independente do conteúdo e do contexto a que o trabalho experimental se refere. O sentido e, sobretudo, o significado com que o faz e para que o faz, é que não está claro. O problema limita-se a ser formulado, mas a resposta a ele é como que esquecida, para se valorizarem, sobretudo, os resultados esperados (CACHAPUZ, 2001, p.16-7).

No ensino por mudança conceptual, o (te) pode ajudar os alunos a compreender melhor como as suas idéias apresentam algo de cientificamente incorreto ao tornarem mais claro, a contradição entre as suas expectativas e as observações por eles efetuadas. Essa perspectiva de ensino se aproxima da nossa proposta de trabalho (CACHAPUZ, 2001, p.33-5).

Conforme foi enfatizado acima, o trabalho experimental no ensino por pesquisa é o que mais tem a ver com a proposta de experiência que defendemos em nossa pesquisa.

...Trata-se de um instrumento primordial na sua relação com a educação científica com a que aqui se defende. Ele é um meio privilegiado para evidenciar não já resultados (óbvios), nem só processos científicos e, muito menos, para cumprimento do currículo. Do que se trata no EPP é o de enquadrar o trabalho experimental numa nova lógica, finalidade e atitude. Não se trata já, e apenas, de uma necessidade de encontrar um meio epistemologicamente adequado para confrontar, questionar ou refutar as idéias errôneas dos alunos, como tipicamente é o caso do EMC, muito menos de usar o TE meramente no sentido confirmatório característico do EPT. Do que se trata agora é de desenvolver atividades mais abertas, valorizando contextos não estritamente acadêmicos, que surgem mais por necessidade de encontrar (re)soluções para os

problemas anteriormente definidos e com que os alunos se debatam. Assim, tais atividades tornam-se geradoras de situações em que os dados obtidos pela via experimental são o fermento para a discussão, conjuntamente com elementos vindo de outras fontes. Os dados já não são óbvios e os resultados já não falam por si. Faz-se notar, mais uma vez, que os resultados não estão inscritos antes e não são encontrados e adquiridos a priori, mas têm de ser lidos através dos quadros teóricos conhecidos, bem como de outras vivências, notadamente com cruzamentos vindos da experiência do quotidiano (CACHAPUZ,2001,P.55-6).

Podemos inferir dessa longa citação, que a experiência ou trabalho experimental no (EPP), favorece ao envolvimento e familiarização do aluno com as características do trabalho científico, que tem como pressuposto o desenvolvimento do espírito científico e do senso crítico.

Acontece que essa prática não tem sido percebida com tanta frequência nas atividades desenvolvidas em sala de aula nem nas atividades experimentais. Pior do que isso, não se percebe tanto interesse em desenvolver esse estado de espírito, o que representa um obstáculo à formação do espírito científico, à educação e à socialização científica.

Diferentemente das práticas experimentais apresentadas acima, veremos a seguir, outras propostas metodológicas que podem ir de encontro com as expectativas e perspectivas de educação científica.

Para uma melhor compreensão do que estamos falando recorro a Bachelard (1996,p.18), para quem o problema aparece como o princípio da construção do conhecimento científico e, porque não, do trabalho experimental. Ao contrário de algumas práticas e concepções já citadas no primeiro tópico desse texto, o autor afirma que

...Em primeiro lugar, é preciso saber formular problema, E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.

Partindo do pressuposto de que todo conhecimento é resposta a uma pergunta ou de que o problema deve ser colocado como princípio da educação ou da investigação científica, o trabalho experimental quando executado para construção de conhecimento, seria uma estratégia de solução de problema, solução que não terminaria com a experiência. A experiência precedida de problema não seria entendida apenas como uma tarefa a ser cumprida, mas uma estratégia de solução de problemas que não podem ser resolvidos, ser não por meio de experiências.

A atividade científica pensada dessa forma, vai de encontro ao pensamento de Harlen, citada por Sá e Carvalho (1997, p.48-9), para quem a principal preocupação com a ciência na escola primária seria com o desenvolvimento de competências como observar, levantar questões, propor inquéritos para responder às questões, experimentar e investigar, encontrar regularidades nas investigações, raciocinar sistemática e logicamente, comunicar resultados, aplicar a aprendizagem. Deve se preocupar também com o desenvolvimento de atitudes como curiosidade, originalidade, cooperação, perseverança, abertura de espírito, autocrítica, responsabilidade e independência de pensamento.

Essas competências e atitudes também são defendidas por Bastos e Caldeira e devem ser desenvolvidas por meio da alfabetização científica (2002,p.209-10). Para esses professores pesquisadores a alfabetização científica ou alfabetização em ciências

...“deve ser entendido como propiciar um ‘ler o mundo’ em que o aluno observe o que está à sua volta e comece a perguntar, a refletir, a investigar, a elaborar etc., buscando novas respostas. Esse processo, por sua própria natureza, deve despertar o prazer de aprender. Um aspecto central dessa alfabetização científica é criar condições para que as crianças questionem preconceitos e mitos e percebam que os conhecimentos científicos representam formas de interpretação da realidade que fazem sentido e são extremamente úteis para que as pessoas tomem decisões adequadas em seu dia-a-dia...”

Não é possível formar o aluno, observador, criativo, reflexivo, questionador e crítico, apenas por meio de transmissão de conhecimentos prontos, do ouvir aulas e fazer provas, sem desenvolver competências e atitudes como apontadas acima. Engana-se quem pensa que é possível educar para a ciência, formar espírito científico, educar para a pesquisa, quando a prática da sala de aula não combina com as exigências do saber científico e da construção desse saber.

Para Vale (1998, p.5), ao apresentar os objetivos da educação científica, mostra também as exigências desse saber e de sua construção. Para o autor, a educação científica tem por objetivos, entre outros,

“criar as condições para a formação do espírito científico como etapa além do senso comum das pessoas. Nesse sentido, o docente da área científica deverá possibilitar a criação de mentalidade que privilegie: o rigor nas observações e na coleta de informações; o trabalho de organização racional das observações e informações obtidas ao longo do trabalho científico; a busca de objetividade e isenção mediante a submissão aos fatos; a precisão vista como possibilidade de refazer os caminhos percorridos e chegar às mesmas conclusões anteriores; a capacidade de avaliar de forma crítica os conhecimentos em função das necessidades sociais e a formação de um aluno questionador que construa o seu conhecimento científico com o estímulo e a orientação do professor”.

Conforme estamos vendo, a educação científica tem como proposta a formação de mentalidades, competências e atitudes, que deve ser propiciada por um conjunto de ações e reações ocorridas no espaço escolar e porque não, fora dele. Para isso os professores de ciências não podem imaginar...” 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...”(BACHELARD, 1996, p.32)

Mas para acontecer esse tipo de formação algumas mudanças são necessárias. Entre outras, Almeida Junior propõe que, “... no laboratório da classe é a hora e a vez da aula-problema, da matéria-proposta e do estudo-pesquisa. Não há lugar para a reprodução mecânica de conhecimento, que é perda de tempo e de energia, mas recriação e até mesmo criação através de um trabalho cooperativo de professor e aluno”(1989, p. 99).

Ao negar filosoficamente a prática da pura transmissão de conhecimentos prontos e da mera execução de tarefas experimentais, Bachelard também propõe uma epistemologia da parceria entre filosofia e ciência, entre razão e experiência, entre problema e trabalho experimental. Por sua vez, essa epistemologia, requer uma pedagogia do erro, do conflito e da incerteza, como princípio de investigação e educação científica. Para o autor, “...uma hipótese que não esbarra em nenhuma contradição tem tudo para ser uma hipótese inútil. Do mesmo modo, a experiência que não retifica nenhum erro, que é monotonamente verdadeira, sem discussão, para que serve? A experiência científica é, portanto uma experiência que contradiz a experiência comum”(1996, p.13-14).

Podemos inferir dessa citação que há uma certa combinação de papéis na construção de conhecimento científico, onde a hipótese, fundada em um problema científico, não é uma solução evidente e acabada, é a tese, uma pretensa verdade que a experiência poderá demonstrar no percurso da investigação científica. O mesmo pode ser dito em relação à experiência. Esta não é apenas um meio de confirmação e de verificação, mas de retificação de uma problemática enunciada. O problema aparece como uma espécie de ponte entre os dois pilares: a filosofia e a ciência.

Essa discussão é levada à frente por Cachapuz, Gil-Pérez e Praia.(2002b, p.254). Os autores apresentam uma espécie de tríade da investigação científica no ensino de ciências: problema, hipótese e experiência. Para eles, a hipótese tem um papel de articulação e de diálogo entre teorias, observações e experiências, servindo de guia à própria investigação.

Numa perspectiva racionalista, enquanto programa de investigação progressivo, a experiência científica deve ser guiada por uma hipótese, que procura funcionar, sobretudo, como tentativa da sua retificação e questionamento – ela interroga, problematiza -, conduzindo, muitas vezes, a outras hipóteses. Trata-se de um diálogo entre hipótese/teoria e a própria experimentação, diálogo nem sempre simples, já que, também aqui, o confronto entre o teórico (o idealizado) e a prática (o realizado) se interligam...(2002b, p. 257)

Giordan em uma análise histórico-filosófica da ciência e da experimentação passando por Bacon, Descartes e Galileu e depois por Comte, demonstra suas contribuições metodológicas e o papel da experiência, quase sempre com um fim em si mesma. O autor discute as dimensões psicológicas e sociológicas da experimentação em Bachelard, destacando, sobretudo, o papel do erro no progresso da ciência, nos mostrando que numa dimensão psicológica, “(...) a experimentação, quando aberta às possibilidades de erro e acerto, mantém o aluno comprometido com sua aprendizagem, pois ele a reconhece como estratégia para a resolução de uma problemática da qual ele toma parte diretamente, formulando-a inclusive”(1999, p.46).

Para contrapor à perspectiva inadequada da experiência e do ensino de ciências, também para compreender como se processa a aprendizagem, recorro mais uma vez a Bachelard (1999, p.17-19), pois, para esse autor,

“(...) o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimento mal estabelecido, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização”. E mais, (...) um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não questionado. O instinto formativo acaba por ceder a vez ao instinto conservativo. Chega o momento em que o espírito prefere o que conforma 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”.

Podemos identificar na filosofia de Bachelard uma enfática preocupação com os processos científicos, com a educação científica, com um ensino de ciências que vise à formação de competências e atitudes favoráveis à construção de conhecimento, à formação do espírito científico. Competências e atitudes não meramente empiristas, mas que estas sejam revestidas da razão ou da filosofia.

... mesmo nas ciências experimentais é sempre a interpretação racional que põe os fatos em seu devido lugar. É no eixo experiência-razão e no sentido da racionalização que se encontram ao mesmo tempo o risco e o êxito. Só a razão dinamiza a pesquisa, porque é a única que segue, para além da experiência comum (imediate e sedutora), a experiência científica (indireta e fecunda).(...) Logo, toda cultura científica deve começar, como está logicamente explicado, por uma catarse intelectual e efetiva. 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” (1999,p.22-24).

Seriam essas razões a problematização, um problema, uma nova hipótese, uma nova teoria, a filosofia, ambos? Tudo indica que sim e, é justamente no encontro ou desencontro da ciência produto com a ciência construção que a filosofia pode emprestar a sua contribuição à construção de conhecimento, à educação científica e ao ensino de ciências. É o problema que vai conduzir à passagem da experiência comum à experiência filosófica e científica. Temos então, nessa perspectiva de ciência, de filosofia e de ensino, uma relação de interdependência entre o trabalho experimental e o trabalho racional, entre ciência e filosofia, entre problema e experiência que educa cientificamente, conforme propõe Bacon:

Os que se dedicaram às ciências foram ou empíricos ou dogmáticos. Os empíricos, à maneira das formigas, acumulam e usam as provisões; os racionalistas, à maneira das aranhas, de si mesmos extraem o que lhes serve para a teia. A abelha representa a posição intermediária: recolhe a matéria-prima das flores do jardim e do campo e com seus próprios recursos a transforma e digere. Não é diferente o labor da verdadeira filosofia, que se não serve unicamente das forças da mente, nem tampouco se limita ao material fornecido pela história natural ou pelas artes mecânicas, conservando intacto na memória. Mas ele deve ser modificado e elaborado pelo intelecto. Por isso muito se deve esperar da aliança estreita e sólida (ainda não levada a cabo) entre essas duas faculdades, a experimental e a racional (BACON,1973,p.69).

O fazer ciência ganha aqui uma aliada, a filosofia, um tipo de filosofia, que pode ser entendido como o archote, como um qualificador do trabalho experimental. Não só Bacon, Bachelard também propõe essa articulação entre ciência e filosofia, entre o aprender observando e o aprender pensando. Diz Bachelard (1974, p.162-3):

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 (...) Um deles triunfa dando razão ao outro; o empirismo precisa ser compreendido; o racionalismo precisa ser aplicado. Um empirismo sem leis claras, sem leis coordenadas, sem leis dedutivas não pode ser pensado nem ensinado; um racionalismo sem provas palpáveis, sem aplicação à realidade imediata não pode convencer plenamente. O valor de uma lei empírica prova-se fazendo dela a base de um racionalismo. Legitima-se um racionalismo fazendo dele a base de uma experiência. A ciência, soma de provas e de experiências; soma de regras e de leis, soma evidências e de fatos, tem pois, necessidade de uma filosofia com dois pólos...

Essa articulação entre o filosófico e o empírico, entre o racional e o experimental, entre o problema e a experiência, conduzirá à experiência que educa cientificamente, ao alcance das competências, mentalidades e atitudes propostas no decorrer do texto.

Considerações finais

Consideramos que a prática da cópia e do ouvir aulas predominam sobre a prática da elaboração própria e da criatividade no ensino de ciências. Até mesmo nas experiências desenvolvidas em laboratórios, tem-se ignorado o espírito da indagação, do conflito, da dúvida e da busca continuada de perguntas e respostas sistematizadas, elementos necessários à educação científica.

Podemos inferir com base em parte das leituras feitas, que é praticamente neutra a influência das atividades experimentais sobre a formação do espírito científico. Nas condições identificadas nas pesquisas consultadas, o trabalho experimental pouco contribui para o ensino de ciência, para uma educação científica significativa. Isso se deve, em parte, à falta de articulação entre experiências, problema e educação científica.

Essas proposições nos levam a concluir que o trabalho experimental tem um papel relevante a desempenhar enquanto estratégia de ensino e de construção do saber científico. Enquanto estratégia de educação científica deveria, estar articulado, entre outras coisas, com a formação de competência, mentalidades e atitudes científicas.

Podemos concluir ainda, que deve haver uma relação bastante estreita entre filosofia e ciência, entre problema e experiência, entre filosofia e educação científica. Essa articulação é propícia, é condição necessária à educação científica. Em outras palavras, sem essa articulação, dificilmente haverá educação científica.

Referências

ALMEIDA JÚNIOR, J.B. **O Estudo como forma de pesquisa**. In CARVALHO (Org.), M. C. M. de. **Construindo o saber**. 8. ed. Campinas, S.P: Papirus, 1988. p.97-118.

ARRUDA, Sérgio M.; LABURÚ, Carlos E. **Considerações sobre a função do experimento no ensino d ciência**. In: NARDI, Roberto (Org.). **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras Editora, 1998. p. 53-60. (Educação para a ciência 2)

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Trad. de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACHELARD, G. **A filosofia do não.** Trad. De Joaquim José Moura Ramos. São Paulo: Abril Cultural, 1974. (Os Pensadores)

BACHELARD, G. **O novo espírito científico.** Trad. De Remberto Francisco Kuhnen. São Paulo: Abril Cultural, 1974. (Os Pensadores)

BACON, Francis. **Novum organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza.** São Paulo; Abril Cultural, 1973(Os Pesadores).

CACHAPUZ, Antonio F. (Org.). **Perspectiva de ensino.** nº 1. 2. ed. Porto: CEEC, 2001.

CALDEIRA, A. M. de Andrade; BASTOS, Fernando. **Alfabetização científica.** In: VALE, J. M. Ferreira do et al (Org.). **Escola pública e sociedade.** São Paulo: Saraiva/Atual, 2002. p. 208-217.

CARRAHER, D. W. **Senso crítico: do dia-a-dia às ciências humanas.** São Paulo: Pioneira, 2002.

CARRAHER, D. W.; CARRAHER, T. N. **Caminhos e descaminhos do ensino de ciências.** Ciência e Cultura, nº 37, v.6, junho, 1985.

FREIRE-MAIA, N. **A ciência por dentro.** Petrópolis: Vozes, 1991.

GIORDAN, Marcelo. **O papel da experimentação no ensino de ciências.** Disponível em: <http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br>. Acesso em: 01 de outubro de 2004.

GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, João F.; CACHAPUZ, Antonio F. C. **Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação.** Ciência & Educação. Unesp /Bauru, v.8, nº 1, p.127-145, 2002a.

----- **A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica.** Ciência & Educação. Unesp / Bauru, v.8, n.2, p.253-262, 2002b.

MATOS, Maria Goreti; VALADARES, Jorge. **O Efeito da atividade experimental na aprendizagem da ciência pelas crianças do primeiro ciclo do ensino básico.** Disponível em: IENCI@ IF.UFRGS.BR. Acesso em: 05 de outubro de 2004.

SÁ, Joaquim; CARVALHO, Graça S. **Ensino experimental das ciências: definir uma estratégia para o 1º ciclo.** Braga /Portugal: Correio do Minho/SM, 1997.

SÁ, Joaquim G. de. **Renovar as práticas no 1º ciclo pela via das ciências da natureza.** Portugal: Porto Editora, 1994.

VALE, José Misael Ferreira do. **Educação científica e sociedade.** In: NARDI, Roberto (Org.). **Questões atuais no ensino de ciências.** São Paulo: Escrituras, 2001. P. 1-7. (Educação para a ciência 2).

