

**O ENSINO EXPERIMENTAL E A QUESTÃO DO
EQUIPAMENTO DE BAIXO CUSTO***
(Laboratory teaching and the low-cost equipment issue)

ROLANDO AXT e MARCO ANTONIO MOREIRA

Instituto de Física

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Caixa Postal 15051, Campus do Vale

91500 Porto Alegre, RS

RESUMO

Problemas, possíveis soluções e potencialidades do ensino experimental nas aulas de Ciências são analisados em face à questão do equipamento, particularmente o assim chamado equipamento de baixo custo. Argumenta-se que, sem um mínimo de bom equipamento, padronizado, industrializado, ao qual se possa agregar material localmente produzido, eventualmente de baixo custo, corre-se o risco de cair na banalidade. Destaca-se o papel que as universidades brasileiras vêm assumindo na produção/disseminação de materiais didáticos e a importância que devem dar à formação de professores para que tais materiais venham, efetivamente, a ser utilizados nas escolas.

ABSTRACT

Problems, possible solutions and potentialities of experimental science teaching are discussed focussing the laboratory materials issue, particularly the so-called low-cost materials. It is argued that, without a minimum of good industrialized and technically designed materials, to which teachers could add locally developed materials, including low-cost ones, it is difficult to keep experimental teaching from becoming trivial. The effort in laboratory materials production/dissemination, held by a number of Brazilian universities, is stressed as well as their responsibility in preparing more teachers for the effective use of those materials in science classes.

*Com auxílio parcial do CNPq.

INTRODUÇÃO

As propostas de mudança curricular no Brasil têm historicamente defendido a necessidade de se praticar mais experimentação nas aulas de Ciências. Apesar disso, e mesmo porque, infelizmente, foram poucas as mudanças curriculares de fato ocorridas, prevalece, ao longo de muitas décadas, uma orientação mais livresca do que experimental. Apenas mais recentemente projetos nacionais e estrangeiros [1] tiveram algum impacto no ensino experimental, mas nenhum desses projetos teve uma influência no ensino de Ciências, na escola primária, semelhante à que teve o PSSC [2] na Física da escola secundária, por exemplo.

O quadro atual diverge, então, muito pouco do passado: embora se reconheça a importância das atividades experimentais e um significativo número de professores já as pratique, a proporção, em relação aos que se limitam ao giz e quadro negro, ainda é pequena.

Além disso, raramente a experimentação é explorada em toda sua potencialidade. As características, bem como a frequência com que tais características se apresentam na prática docente, permitem agrupar a experimentação, em linhas gerais, da seguinte maneira:

1. Frequentemente, os experimentos são ministrados de forma aleatória e desvinculada do conteúdo programático, como se fossem um apêndice. O conteúdo da disciplina é tratado como um corpo objetivo e isolado de conhecimentos. Pouca atenção é dada à potencialidade da experimentação como veículo de aprimoramento conceitual, admitindo-se, de forma implícita, que a firmeza conceitual pode ser alcançada através da aplicação coerente das fórmulas. Quando integrada ao conteúdo, o papel reservado para a experimentação é o de verificar aquilo que é informado na aula, sempre no sentido de corroborar; não se explicita uma interrelação teoria-experimento.
2. Com menos frequência, a experimentação é utilizada para veicular conceitos, comprovar relações, determinar constantes, propor problemas experimentais. Exploram-se, neste caso, as potencialidades didáticas do experimento, tanto no sentido heurístico quanto no metodológico.
3. Com muito pouca frequência, a experimentação é utilizada como instrumento para a aquisição de conceitos e, quando é o caso, para a reformulação conceitual.

Na nossa realidade escolar é o livro de texto, não o ensino experimental, que determina o método de ensino e a seqüência do conteúdo. Sendo os nossos textos de qualidade apenas sofrível, mudar o ensino de Ciências significa abandonar o livro convencional e colocar, em seu lugar, propostas novas, que integrem a experimentação ao conteúdo [3, e.g.] e que se adequem ao desenvolvimento psicopedagógico dos alunos a que estão destinadas, de modo que se possa reverter a tradição que existe em nosso país, de não fazer uso de experimentação no ensino.

PROBLEMAS E ALTERNATIVAS

Os professores de Artes, por exemplo, lutam com dificuldades para juntar o material necessário para suas aulas mas nem por isso restringem a comunicação com os alunos a um mero uso da palavra. Da mesma forma, ser professor de Ciências implica fazer o possível para comunicar e argumentar com base em situações práticas e, conseqüentemente, tomar providências para que o material necessário esteja disponível na hora da aula. Muitos daqueles que costumam ser chamados de problemas do ensino de Ciências são, na realidade, "cavacos do ofício".

O "material necessário" não é, evidentemente, no caso do ensino de Ciências, tão simples de ser obtido quanto no caso de Artes, pois a falta de determinados equipamentos ou a impossibilidade de efetuar reparos e reposições limita a ação do professor. Seria ingênuo acreditar que a questão se resolve motivando o professor a fabricar seu material [4, p.12]. Se ele, por interesse próprio, desenvolver o seu equipamento, ótimo, mas constrangê-lo a manufaturar um material que deveria ser colocado à sua disposição, para que pudesse realizar com plenitude sua tarefa de ensinar, é transferir-lhe uma responsabilidade que é das autoridades educacionais e da sociedade.

Por outro lado, não podem os professores ficar esperando que sejam instalados nas escolas amplos laboratórios com todo o material do qual necessitam. Isso não acontecerá. É preciso, então, buscar formas alternativas: experimentar na sala de aula mesmo ou fora dela, juntar material aqui e acolá, envolver os alunos na confecção de determinados dispositivos, lutar por verbas junto às direções de escolas e aos círculos de pais e mestres para adquirir aquele mínimo de equipamento sem o qual não se pode sair da superficialidade.

Várias conferências internacionais recentes colocaram em sua programação, em alguns casos até como tema central, a questão do "material de baixo custo" [4, 5, 6]. Em países como o nosso, material de "baixo custo" acaba tendo um significado diferente do que tem em um país desenvolvido.

É claro que determinados experimentos podem ser perfeitamente realizados com material de baixo custo ou de custo nenhum e isto até pode contribuir para desenvolver a criatividade dos alunos. Não se trata de negar o mérito das iniciativas que introduzem a experimentação via material de baixo custo. Trata-se de questionar a conveniência de aceitar uma solução de emergência como definitiva e de alertar para a componente ideológica contida na sugestão de que em países de terceiro mundo a solução para o ensino experimental de Ciências seria recorrer, necessariamente, ao material de baixo custo. Não podemos ficar permanentemente na posição de "reinventar a roda" quando existe já uma variedade de material industrializado que pode ser adquirido. Muitas inovações poderiam ser localmente introduzidas, aproveitando-se a criatividade de alunos e professores, se um mínimo de bom equipamento fosse garantido como apoio, isto é, fornecido às escolas. Termômetros, frascos, dinamômetros, lentes, prismas, ímãs, instrumentos de medida, reagentes, microscópios, etc., em número suficiente para se atender diversos grupos, são fundamentais para a prática experimental, e limitam a

qualidade do ensino quando não estão disponíveis.¹

A idéia de "material localmente desenvolvido" pode, então, ser exercitada em torno desse núcleo de material indispensável: aquilo que ainda falta é adquirido no comércio ou fabricado na escola, em casa, em pequenas indústrias ou em oficinas especializadas. Mas isto não significa que, necessariamente, o material seja de baixo custo. O mínimo exigido para um bom ensino de Ciências já não será considerado de baixo custo dentro dos parâmetros da nossa realidade escolar. Devemos assumir que uma boa educação custa caro e que não tiraremos nossa população do estado de miséria cultural propondo sistematicamente arranjos com canudinhos de refresco, clips, rolinhos e outros materiais desse gênero. Aquelas pessoas que realizam trabalhos exemplares com materiais simples são, freqüentemente, as primeiras a concordar com este ponto de vista, pois elas têm consciência de que a habilidade e a criatividade que é preciso ter para montar e dar sentido pedagógico a esses arranjos são - não apenas no Brasil - antes características individuais do que coletivas do magistério [8, p.220]. Cabe ressaltar que a alternativa de material de baixo custo é uma solução adotada inclusive em países desenvolvidos que a utilizam, como complemento e incentivo à criatividade, sem abrir mão de equipamentos modernos e sofisticados quando necessário. Já entre nós, o conformismo, ou fatalismo, terceiro mundista fez com que muitos de nossos professores entendessem que baixo custo é sinônimo de custo nenhum, chegando inclusive a montar "laboratórios de sucata". Ora, nossos alunos merecem muito mais do que uma ciência de sucata. Ao optar-se apenas pelo laboratório de sucata, desistindo de lutar por verdadeiro equipamento de ensino, o que se está fazendo é sucatear o ensino de Ciências em nossas escolas. É claro que logo surge o argumento de que é melhor fazer experiências com sucata do que não dar aulas de laboratório. A questão, na verdade, não é essa, a questão é não ficar na sucata, não dar a impressão de que ensino experimental é só isso. É preciso não desistir nunca de lutar por laboratórios bem equipados em nossas escolas, contando inclusive com tecnologias modernas como medidores digitais, microcomputadores, lasers, etc., e com professores capazes de usá-las adequadamente. Enquanto não se chegar lá, deve-se continuar buscando soluções locais que não passem necessariamente pela sucata.

Segundo o relato [4, anexo 2, p.2] do representante da China na recente conferência sobre material de baixo custo, realizada na Coreia do Norte, esse país conta com aproximadamente 500 fábricas, espalhadas em todo seu território, para a produção de material experimental para o ensino. A quantidade de equipamento fornecido à escola depende de uma classificação oficial dessas escolas em três níveis de importância.

¹Um interessante estudo sobre quais seriam as necessidades de um laboratório de Química para o segundo grau [7], mostra que com um número reduzido de materiais básicos (vidraria, equipamentos, reagentes, etc.), convenientemente selecionados, um considerável número de experimentos de Química pode ser realizado.

Na área de Física, procurando implementar essa idéia de suprir os laboratórios com material básico, está em andamento um projeto do nosso grupo de Ensino, articulado com professores e direções de escolas públicas. O projeto, que após inicialmente professores que recorrem há tempo ao "sistema de empréstimo de equipamento" - descrito mais adiante - consiste em auxiliar a escola a adquirir parte do material (aquilo que existe no mercado) com recursos próprios, devendo a outra parte (aquilo que é específico) receber acabamento ou ser completamente manufaturada na oficina de ensino do Instituto de Física da UFRGS e ser cedida em definitivo às escolas.

Também na China, existe um sistema de empréstimo de equipamento, acondicionado em caixas, para demonstrações feitas pelo professor e atividades realizadas pelos alunos [ibid.].

No sul do Brasil, estamos desenvolvendo, há dez anos, um projeto dentro desta modalidade. Fornecemos por empréstimo, a professores de 2^o e 1^o graus, equipamento de Física, acondicionado em caixas, para atendimento simultâneo de cinco grupos de alunos. Este projeto, desenvolvido integralmente no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, demonstrou que é possível introduzir o ensino experimental quando se dá um mínimo de apoio aos professores e quando se cria material compatível com o nível de qualificação dos professores e com as características da nossa realidade escolar [9].

A disseminação dos resultados já vem ocorrendo. Por exemplo, no Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Maria, também do nosso estado, o Grupo de Ensino está reproduzindo este material, colocando-o à disposição dos professores interessados da região.

Outras universidades do Sul também desenvolvem programas para criar facilidades aos professores de Ciências (Ijuí, Passo Fundo, Santa Cruz do Sul, São Leopoldo, são exemplos). Isto indica que as universidades estão assumindo o papel de colocar as suas potencialidades a serviço da melhoria de ensino nas escolas². O apoio das agências financiadoras (CAPES/SPEC-PADCT, CNPq, FINEP, FAPERGS entre outras) e do próprio MEC, tem sido decisivo para que essas iniciativas possam se concretizar. Indica, também, que, a exemplo do que ocorre na China, o desenvolvimento local de equipamento, através de focos de produção geograficamente distribuídos, talvez seja o caminho a seguir, em contrapartida à idéia da centralização, a qual conduz, freqüentemente, à inadequação e ao desperdício [10, p.67]. De qualquer modo, deve-se incentivar o intercâmbio, para enriquecimento mútuo e para propiciar a queima de etapas àqueles que se encontram em estágios mais incipientes.

As contribuições das universidades ou de outros centros envolvidos com o ensino de Ciências tornam-se relevantes na medida em que resultam na produção de materiais didáticos articulados com propostas curriculares específicas e, ainda, na medida em que esses materiais são de fácil manuseio e reparo, bem como adequados ao desenvolvimento psicopedagógico dos alunos.

A julgar pela homogênea mediocridade dos livros de texto que as editoras comerciais colocam no mercado, e partindo-se da hipótese de que seus produtos são estudadamente adaptados à clientela à qual se destinam, não se pode esperar significativos saltos de qualidade por este lado. As mudanças e inovações advirão, antes, de um persistente trabalho em centros especializados e só se disseminarão na medida em que os professores de Ciências estiverem suficientemente qualificados para introduzi-las adequadamente nas salas de aula. Isso porque, no fundo, a pouca qualificação dos professores é a mais séria limitação imposta ao ensino experimental. Qualquer outra, como a questão do equipamento aqui discutida, a adequação do ensino ao meio, o tempo disponível para as aulas, a atitude refratária dos diretores de escola, podem

²Em outros estados do país também existem núcleos que produzem material de ensino. Por exemplo, USP, USP São Carlos, UFRJ, UFF, UFSC, UFV, UFMG.

ser superadas por um professor experiente e provido de boa formação. (Muito mais difíceis de superar são os condicionamentos sociais e políticos que afetam o nosso sistema educacional e que impedem ao professor integral dedicação ao ensino.)

Já nos referimos brevemente à potencialidade do experimento como facilitador da reformulação conceitual. Para que esta potencialidade seja posta em prática é necessário um professor capaz de detectar as contradições que existem entre a maneira de o aluno pensar e o formalismo científico. Só assim ele poderá fazer propostas claras a seus alunos, buscando colocá-los diante de conflitos a partir dos quais haja uma reversão na sua maneira de pensar. Mas, para que isto ocorra é preciso que ele - o professor - tenha resolvido previamente estes conflitos com os quais se defrontam os seus alunos. Se as contradições do professor se situarem no mesmo nível das do aluno, pouca esperança existe de que resulte um bom ensino.

Infelizmente tais contradições costumam aparecer com bastante frequência [11, 12].

Implementar, então, instrumentação de laboratório e toda uma estratégia de ensino que considere as perspectivas da experimentação na reformulação conceitual, atinge apenas um lado da questão. Paralelamente, é preciso melhorar, além do salário e das condições de trabalho, a formação dos professores para que tenham uma compreensão mais profunda das potencialidades e das limitações do conteúdo programático, da metodologia, do aluno e da sua própria ação. Devemos aproveitar todos os canais disponíveis (cursos, boletins, revistas, seminários, etc.) para divulgar os resultados das pesquisas educacionais, particularmente daquelas com implicações diretas no ensino, como as que versam sobre o conhecimento prévio dos alunos e sua influência na aprendizagem.

Na medida em que aumente o contingente de professores bem preparados, será possível explorar mais plenamente as potencialidades da experimentação. A implementação de material de laboratório será, então, uma mera consequência da demanda. A rigor, já existe um razoável número de protótipos (projetos desenvolvidos em universidades) e uma variedade de materiais industrializados à espera de aproveitamento nas escolas.

Além disso, recentemente tem surgido bibliografia de autores brasileiros com sugestões de atividades experimentais adaptadas a materiais existentes no nosso mercado. Nesses livros os professores encontram instruções sobre a montagem, o funcionamento e as explicações dos experimentos propostos. Um bom exemplo é o livro do Prof. Alberto Gaspar [8]. Na Região Sul é bastante conhecido o livro do Prof. Santos Diez Arribas [13].

REFERÊNCIAS

- [1] Moreira, M.A. e Axt, R. (1986). O livro didático como veículo de ênfases curriculares no ensino de Física. *Revista de Ensino de Física*, 8(1):33-48.
- [2] PSSC (1963). *Física*. Brasília, Editora Universidade de Brasília. 4v. Tradução de Abrahão de Moraes e outros.

- [3] Axt, R., Moreira, M.A. e Silveira, F.L. (1990) Experimentação seletiva e associada à teoria como estratégia para facilitar a reformulação conceitual em Física. *Revista de Ensino de Física*, 12:139-158.
- [4] UNESCO (1987). Interregional workshop on methods of production, use and exchange of low-cost science and technology materials at primary education level. Pyongyang, DPR of Korea, May 13-19.
- [5] Jones, J.G. and Lewis, J.L. (Eds.) (1978). The role of the laboratory in physics education, an account of the ICPE/GIREP Oxford conference held in July of 1978. Birmingham, John Goodman and Sons Limited.
- [6] Wassef, R.K. (1987). Report on the ICPE Cairo conference on low-cost experiments and demonstrations in physics education. *International Newsletter on Physics Education*, Nº 16:8-9.
- [7] Moraes, R. (1982). Trabalho apresentado no I Encontro Nacional de Ensino de Química junto à XXXIV Reunião Anual da SBPC, Campinas, 7 a 14 de julho.
- [8] Gaspar, A. (1990). *Experiências de Ciências para o 1º grau*. São Paulo, Editora Ática. 232p.
- [9] Axt, R. e Guimarães, V.H. (1985). O ensino experimental de Física em escolas de nível médio: uma tentativa de viabilizá-lo. *Ciência e Cultura*, 37(1):39-45.
- [10] Alvarenga, B. (1990). Laboratório simples na escola. In Gonçalves, O.D. (Org.) *Atas da I Escola de Verão para Licenciados*. Nova Friburgo, R.J.
- [11] Axt, R. (1988). Professores de hoje, alunos de ontem ... (Dificuldades com alguns conceitos-chave sobre fluidos). *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 5(1):7-18.
- [12] Queirós, G. e Azevedo, C.A. (1987). A ciência alternativa do senso comum e o treinamento de professores. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 4(1):7-16.
- [13] Díez Arribas, S. (1988). *Experiências de Física ao alcance de todas as escolas*. Rio de Janeiro, FAE. 146p.

Original recebido em 16/05/91

Aceito para publicação em 24/06/91