

## PESQUISA E TREINAMENTO EM SANEAMENTO BÁSICO

Prof. Samuel Murgel Branco\*

BRANCO, Samuel M. Pesquisa e treinamento em Saneamento Básico. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):121-124, 2.º sem. 1984.

Pesquisa e treinamento são duas atividades estreitamente relacionadas e reciprocamente inter-dependentes, no sentido de que: a) para a realização de pesquisa é indispensável a formação de recursos humanos altamente qualificados e; b) a atividade de pesquisa gera um "hábito metodológico", além de um certo grau de originalidade nos conhecimentos a serem transmitidos na formação de pessoal.

A pesquisa aplicada, em países do terceiro mundo, deve ter como tema fundamental o desenvolvimento de tecnologias alternativas, voltadas para o máximo aproveitamento de energia e matérias-primas, com mínima geração de subprodutos nocivos; menor grau de sofisticacões dos métodos e equipamentos de controle de poluição, permitindo maior emprego de mão-de-obra ociosa; maior aproveitamento das disponibilidades de espaço físico, capacidade auto-depuradora e fontes naturais de energia, em lugar dos sistemas compactos e altamente mecanizados e automatizados, considerados mais convenientes às nações desenvolvidas. Uma das maiores dificuldades no desenvolvimento de tecnologias próprias em países do terceiro mundo, reside na falta de percepção dos poderes públicos e mesmo do cidadão comum, — de que os gastos com pesquisa e desenvolvimento de recursos humanos constitui um investimento que trará benefícios a longo prazo. O caráter imediatista das análises de custo-benefício que preside os nossos empreendimentos, aliado à crença geral de que "santo de casa não faz milagres" leva à predominância de uma política de absorção pura e simples de métodos e tecnologias oferecidos fartamente pelos países avançados, porém a um custo muito elevado e que nem sempre são os mais adequados às nossas características ambientais e sócio-econômicas.

Tecnologias Alternativas. Transferência da Tecnologia. Pesquisa Aplicada. Saneamento Básico.

BRANCO, Samuel M. Research work and training programs in Sanitary Science. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):121-124, 2.º sem. 1984.

Research work and training programs constitute two fields which are closely related and mutually dependent in that: a) to carry out research work it is absolutely essential to build up a high qualified staff, and; b) research work forms a methodological habit in addition to some degree of originality in the knowledge to be transferred during the staff training process.

In developing countries, the main subject matter of applied research is the development of alternative technologies aiming at making the best possible use of energy and raw materials with the minimum generation of harmful by-products, less sophisticated methods and equipment used in pollution control, making it possible to employ idle labour and to make the best use of the physical space, self purification capacity and natural sources of energy, instead of compact, highly mechanized and automatic systems which are considered to be much more convenient for developed countries. One of the major difficulties that developing countries experience on promoting their own technologies lies in the lack of understanding of official authorities and the ordinary citizen that the money spent with the research work and staff training programs is an investment which will be highly profitable in a long term basis. The immediatism of the cost-benefit analyses which governs our undertakings, associated with the widespread belief that "No one is a prophet in his own country" leads to the predominance of a policy which advocates the sheer and simple absorption of methods and technologies offered by developed countries, yet a very high cost. Besides, they are not always the ones that best suit out environmental and socio-economical characteristics.

Alternative Technologies. Technology Transfer. Staff Training. Applied Research. Sanitary Science.

Não é por acaso que "pesquisa e treinamento", ou "ensino e pesquisa" constituem expressões correntes, caracterizando a indissociabilidade dos dois processos. Principalmente no ensino especializado reconhece-se que só a sua associação à pesquisa é que permite um maior embasamento (ao contrário do chamado "ensino livresco"); uma maior atualização dos conhecimentos (ao contrário do "ensino fossilizado").

\* Diretor de Pesquisa da CETESB. Professor na Escola de Engenharia Mauá.

zado"); e, acima de tudo, um ensino mais realístico (em lugar do "sofisticado"); com a abordagem de temas e técnicas mais condizentes com as condições de "terceiro mundo", em que vivemos.

Algumas definições serão talvez, necessárias, dentro desta abordagem:

**Ensino livresco** — é o ensino daquilo que não se sabe, ou que se desconhece. Saber, ou conhecer um assunto em profundidade é assimilar conceitos através da experiência, da vivência, ou do "exercício do conhecimento". Claro que não é somente através da pesquisa que se adquire o conhecimento tal como foi definido: qualquer uso prático do conhecimento leva à sua assimilação, na medida em que enfrentamos problemas na sua aplicação. Esse "exercício" pode ser puramente intelectual, como na solução de problemas matemáticos ou no raciocínio filosófico. O conhecimento da história, que é adquirido quase exclusivamente a partir de textos escritos, deixa de ser "livresco" quando se "vive" a história, através da comparação crítica de diferentes fontes de informações. Essa, talvez, a diferença entre o livresco e o literário. Livresca é a "cultura de 1 livro só", criticada por Sto. Tomas de Aquino.

O ensino livresco leva à degenerescência do conhecimento, a livre interpretação do texto por pessoa que não tenha um mínimo de vivência do assunto, leva a simplificações, transmitidas aos alunos, as quais, eventualmente, serão imortalizadas em apostilas que, com certa frequência, passam a constituir o "livro único" de um futuro professor... Não há exagero nisso: é fato muito mais corriqueiro do que se supõe! A influência exercida pelas apostilas na cultura de nosso país é algo assustador, embora talvez não devidamente considerado.

**Ensino fossilizado** — O conhecimento evolui. O fóssil não: ele é uma fotografia do passado. A lição ensinada hoje não pode ser a mesma que se ensinou no ano anterior, neste mesmo curso. Primeiro, porque os fatos, os dados científicos e as suas interpretações se alteram; segundo, porque a própria abordagem do problema se modifica, na medida em que o mestre adquire novas experiências. Neste segundo aspecto, mesmo o ensino de "ciências imutáveis", como a geometria, pode evoluir.

Ainda aqui, é evidente que os conhecimentos novos, adquiridos através da leitura de livros e periódicos recentes, pode trazer para quem "domina", realmente, uma ciência — a atualização desejada. Mas a pesquisa introduz algo de originalidade, nessa atualização. Ainda quando os resultados de pesquisa não introduzam alterações muito fundamentais, no conhecimento científico, o simples fato da sua realização, a abordagem metodológica do problema e a interpretação dos seus resultados constituem um aprendizado prático indispensável para que se adquira uma visão crítica da evolução do conhecimento. O método, em ciência, não é apenas fundamental na seleção de caminhos e de resultados. O método é também, o próprio fundamento da crítica, uma vez que esta não se aplica aos dados, mas sim aos processos empregados na sua obtenção e interpretação.

**Ensino sofisticado** — O aprendizado de tecnologias sofisticadas é útil apenas na medida em que essas tecnologias envolvem processos complexos, pressupondo-se que o conhecimento do complexo implica no aprendizado do simples. O sofisticado não pode, pois, constituir objetivo em si; o objetivo é sempre o aumento da eficiência. Talvez melhor, em lugar de eficiência, fosse dito rendimento, entendendo por rendimento a eficiência em relação ao custo.

A transferência de tecnologia desenvolvida em países avançados é, para nós, de grande importância, permitindo-nos usufruir de experiências milenares, desenvolvidas através de uma tradição cultural e de um "hábito metodológico" que nós ainda não possuímos. Porém, nessa transferência é indispensável realizarmos a adaptação tecnológica às condições do nosso meio físico e social; do contrário, estaremos meramente copiando ou imitando soluções nem sempre adequadas aos nossos problemas. Parafraseando o conhecido provérbio oriental, eu diria que não nos devemos contentar em receber o peixe; mas é preciso aprender a pescá-lo.

Em que diferem as nossas condições, daquelas encontradas nos países avançados? Em que as nossas soluções deverão divergir das soluções tecnológicas empregadas naqueles países?

Existem diferenças "negativas" e diferenças "positivas", isto é, diferenças que nos colocam em posição desfavorável em relação às condições dos países avançados e diferenças que nos colocam em posição privilegiada em relação aos mesmos.

A principal diferença desfavorável está na nossa situação sócio-econômica precária, de país do terceiro mundo, podendo-se associar a ela, ainda, a ausência de percepção da importância do desenvolvimento tecnológico próprio, gerada pelo hábito de copiar (ou de receber o peixe que generosamente nos é ofereci-

do, generosidade esta que envolve, naturalmente, um alto custo social para o nosso país). Países que viveram sempre da generosidade dos outros, jamais evoluíram; a condição de homem tecnologicamente desenvolvido foi adquirida através do esforço contínuo em resolver, por seus próprios recursos, os problemas de adaptação às condições de menor prodigalidade da natureza. Talvez por isso os países das regiões temperadas, de clima mais rude e inverno mais prolongado tenham tido muito mais rápido desenvolvimento que aqueles que habitam terras férteis durante todo o ano. Adão e Eva, no Paraíso, não sentiam sequer a necessidade de ter roupas, para seu abrigo...

Soluções tecnológicas altamente sofisticadas, acessíveis aos países de melhor situação econômica não nos servem, por envolverem alto custo e por empregarem mão-de-obra altamente especializada, em lugar da mão-de-obra básica, de que dispomos com abundância. Mas podemos "aprender a pescar", isto é, utilizar conhecimentos e experiência básica daqueles países, bem como sua metodologia de pesquisa e de ensino para desenvolvermos nossa própria tecnologia.

Mas, é óbvio que o emprego de tecnologia menos dispendiosa constitui meta almejada por todo o mundo e não apenas por nós. Então, porque haveremos de ter condições de desenvolver aquilo que países mais avançados não tem conseguido satisfatoriamente? A resposta está exatamente nas "diferenças positivas" ou seja, nos aspectos em que somos privilegiados em relação aos países desenvolvidos. São eles:

- a) **espaço:** ao contrário de muitos países altamente desenvolvidos — sobretudo os europeus — dispomos de territórios amplos, com baixo índice de ocupação. Isso nos permite a utilização em larga escala de soluções baseadas na dissipação e diluição de nossos subprodutos, tirando partido das capacidades auto-depuradoras das águas, do solo e do ar. Soluções como as que são empregadas, por exemplo, na Austrália, de tratamento de resíduos líquidos por disposição em solos destinados à agricultura ou à pecuária, irrigando-os e fertilizando-os deveriam constituir metas a serem atingidas pela nossa tecnologia. As soluções altamente mecanizadas, indispensáveis, pela sua capacidade ou economia de espaço, às áreas de elevada densidade de ocupação deveriam ser reservadas apenas às situações em que as capacidades assimiladoras do meio sejam reduzidas, seja pela exiguidade do espaço e indisponibilidade de corpos d'água receptores, seja pela presença de clima rigoroso;
- b) **energia:** os países localizados na faixa tropical — contam, normalmente, com grande disponibilidade de energia, seja diretamente na forma de radiações solares, seja de potenciais hidráulicos de suas extensas redes hidrográficas. Isso faz com que não só os processos de auto-depuração se tornem mais eficientes — por contarem com altas taxas de turbulência e temperaturas permanentemente elevadas — como ainda alguns métodos de tratamento de resíduos baseados no aproveitamento de luz e calor solar, sejam efetivos durante todo o ano, inclusive no inverno. O tratamento de esgotos e resíduos orgânicos industriais por meio de lagoas de estabilização fotossintética (que dependem da presença de luz solar) estão nesse caso, assim como também os processos de tratamento anaeróbio (que exigem calor) e os próprios processos de disposição no solo, dada a contínua produtividade vegetal e intensa atividade microbiológica dos solos em todos os meses do ano. Nos países de climas temperados, pelo contrário, parte considerável do ano não conta com suficiente insolação diária para manter altas taxas de fotossíntese nas lagoas, ou temperatura suficiente para um bom rendimento de processos biológicos aeróbios ou anaeróbios no solo ou em biodigestores. Por essa razão, as fontes naturais de energia têm que ser substituídas por combustíveis ou energia hidroelétrica e o sistema tem que ser mecanizado;
- c) **disponibilidade de mão-de-obra não especializada:** principalmente na atual crise que o país atravessa, com crescente incidência de desemprego, o investimento em tecnologias alternativas, com baixo índice de mecanização e automatização pode ensejar o emprego de mão-de-obra não qualificada em operações tais como manejo de solo, compostagem de lixo orgânico e outras atividades.

A reunião, pois, destas 3 circunstâncias favoráveis, a saber: espaço, clima e mão-de-obra, permite a prática de sistemas e de tecnologias ao alcance de nossos recursos econômicos e — o que também é muito importante para nós — sistemas em que se permite a reciclagem de compostos orgânicos e nutrientes, em lugar da sua simples inativação ou dissipação. A dissipação de energia molecular orgânica, conseguida através do emprego de energia mecânica, como é realizada nos processos compactos de tratamento de resíduos, somente pode ser viabilizada em países que contem com excesso de recursos, ou em locais que se caracterizem por densidade de ocupação muito alta. Neste último caso, em países que dispõem de amplo território, paga-se o preço da falta de planejamento.

A implantação de uma política de saneamento básico e de proteção ambiental baseada neste tipo de

abordagem requer e justifica o incentivo à pesquisa tecnológica em moldes apropriados. E, para essa pesquisa, exige-se, mais do que um equipamento sofisticado, em alto grau de preparo técnico, não só capaz de suprir as necessidades de conhecimento específico, mas também — e acima de tudo — dotado de alto poder de criatividade, capaz de propor métodos alternativos e idealizar metodologia de pesquisa adequada à sua comprovação.

Temos que começar por um processo de valorização da nossa capacidade científica perante o grande público e perante os poderes públicos. Tem-se conseguido — através de um esforço significativo dos governos e de agremiações e academias científicas, nos últimos anos — despertar e estimular parcialmente a curiosidade infantil e juvenil por vários aspectos da ciência. Mas a confiança em nossa própria capacidade de fazer ciência não tem crescido na mesma proporção. E a modesta dotação orçamentária percebida por nossas instituições de pesquisa é testemunha de que nem mesmo os nossos governantes confiam muito no sucesso de um desenvolvimento tecnológico baseado em nossa própria capacidade científica. São completamente desconhecidas do público — e creio que do próprio governo — os nomes de cientistas brasileiros que têm se destacado internacionalmente, contribuindo significativamente para a evolução da ciência mundial (apesar de seu número ser seguramente bem maior que o dos nossos campeões internacionais de futebol...). Os últimos cientistas brasileiros referidos nos livros e nas classes de nossas escolas primárias e secundárias são Santos Dumont e Oswaldo Cruz.

A formação de recursos humanos para pesquisa deve, pois, iniciar-se pela motivação pública e escolar. Dificilmente alguém desejará ser cientista neste país, se não tiver um mínimo de confiança na capacidade brasileira de produzir ciência.

Pesquisa e ensino são necessidades que transcendem à simples conveniência dos orçamentos. No Brasil, entretanto, a pesquisa é geralmente vista como uma liberalidade, destinada a brincadeira de ociosos. Nas épocas de crise, os investimentos em ciência, tecnologia e formação de recursos humanos são os que sofrem maior corte. No entanto, a importação de cultura e tecnologia gera gastos maiores que a importação de produtos acabados, principalmente quando essa cultura e essa tecnologia não são apropriadas ao meio e às condições em que vivemos. Isso está demonstrado por todos os países novos que permaneceram por muito tempo no estágio colonial ou, de qualquer forma, dependentes de nações avançadas. Nesse sentido, o investimento em pesquisa e formação de recursos humanos constitui fonte de divisas, não tanto pela possibilidade de exportarmos tecnologia mas, pelo menos, de economizarmos "royalties", ao mesmo tempo em que introduzimos métodos mais adequados à nossa própria realidade e, portanto, mais econômicos.

Uma importante tarefa do ensino, relacionado com os problemas ambientais é o de procurar desenvolver uma "consciência ecológica" em todos os níveis de nossa população. Talvez por causa, exatamente, da prodigalidade da natureza nos países tropicais, caracterizada por produção abundante de recursos e produtos vegetais e animais durante todo o ano, o brasileiro é, geralmente, insensível à depredação desses recursos, não tendo desenvolvido o hábito da economia no verão para reservar para o inverno: somos a cigarra na famosa fábula popular contada por La Fontaine. (Neste particular, dificilmente o "inverno" poderia constituir motivação para o desenvolvimento de um espírito de economia em povos tropicais: temos que salientar outras razões).

Uma importante iniciativa foi tomada, há poucos anos, pelo Ministério da Educação, com relação ao desenvolvimento de uma "consciência ecológica": trata-se da obrigatoriedade do ensino de elementos de ecologia em todos os níveis de ensino. Reveste-se de particular importância, nesse processo, a introdução da matéria denominada "Ciências do Ambiente" no curriculum de todos os cursos de Engenharia do país.

Outra importante realização daquele Ministério com relação ao Saneamento e ao Meio Ambiente, constitui no incentivo à criação, nas Universidades brasileiras, dos cursos de graduação em Engenharia Sanitária, visando a formação de profissionais qualificados especificamente para essa especialidade da Engenharia. Até recentemente, a qualificação de sanitaria só era obtida através da realização de cursos de pós-graduação, o que, de certa forma, era conflitante com o conceito de mestrado e doutorado instituído nas Universidades, uma vez que a maior parte das disciplinas lecionadas nesses cursos não tinham as características de pós-graduação: apenas não faziam parte dos currículos normais dos cursos de engenharia.

A criação de "currículo" escolar de engenheiro sanitaria, incluindo disciplinas elementares de ecologia, biologia, microbiologia etc., permitirá não só a formação de profissionais habilitados a uma profissão, como também o aperfeiçoamento e a elevação do nível de ensino pós-graduado, para a formação de pesquisadores nessa área.

## TREINAMENTO PARA INICIAÇÃO TECNOLÓGICA

Jo Dweck\*  
Abraham Zakon\*

DWECK, Jo; ZAKON, Abraham. Treinamento para iniciação tecnológica. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):125-128, 2.º sem. 1984.

A necessidade de preparar alunos de graduação de engenharia química, para atuação no desenvolvimento de tecnologia química na Escola de Química da UFRJ, fez com que fossem implantadas atividades de treinamento conduzidas pelos próprios pesquisadores. São apresentados os fatores que contribuíram para o preparo deste programa de treinamento e seus objetivos. Constatou-se que os alunos preparados desta forma, tem melhor aceitação no mercado de trabalho, ressaltando a importância didático-profissional, da iniciação tecnológica ainda em nível de graduação. Como estudo de casos os autores apresentam suas experiências no Projeto Palma e no Projeto Turfa. São abordados problemas comuns aos pesquisadores-orientadores, relacionamento com os alunos em treinamento e resultados obtidos. Para o bom andamento das atividades foi indispensável a infra-estrutura de apoio técnico-administrativo da Escola, composta pelo quadro de funcionários da UFRJ e pessoal contratado pela FUJB.

Treinamento. Iniciação tecnológica. Estágios.

DWECK, Jo; ZAKON, Abraham. Training for technological initiation. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):125-128, 2.º sem. 1984.

The need to prepare chemical engineers to work in the development of chemical technology in the School of Chemistry of UFRJ, induced the implantation of training activities conducted by searchers. The factors that contributed for the preparation of such training programme and objectives are presented. It has been verified that students prepared by this mode obtained better acceptance in the work marked, being evident the didactic-professional importance of technological initiation in the ungraduate level. As case studies the authors present their experiences in the Palm Project and Peat Project. The common problems found by the searchers-advisers, the link with the students during the training and the results are mentioned. To the accomplishment of the activities it has been indispensable the technical-administrative support of the School of Chemistry, through the UFRJ administrative personnel and others contracted by FUJB.

Training. Technological initiation. T.W.I.

### 1 PREMISSAS

A necessidade de preparar alunos de graduação de Engenharia Química para atuação no desenvolvimento de Tecnologia Química dentro da EQ/UFRJ culminou na implantação de atividades de treinamento de pessoal, promovidas pelos próprios pesquisadores.

Constatou-se, a princípio, que:

1.º - em cada pesquisa desenvolvida sob a responsabilidade de um professor é importante a participação de alunos estagiários nas diversas atividades tais como: levantamento bibliográfico, planejamento da parte experimental, sua montagem e operação, controle e análise dos processos desenvolvidos, especificação e compra de materiais, elaboração de relatórios, apresentação de seminários técnicos, e outras atividades;

2.º - um currículo complexo e intenso como o da Engenharia Química não permite que um aluno de 1.º e 2.º períodos atue nas atividades de pesquisas, seja por falta de conhecimentos, como de tempo. Para os

\* Engenheiros Químicos, M. Sc. — Escola de Química da UFRJ.