

LETICIA TARQUINIO DE SOUZA PARENTE, 1938-

A CIENCIA QUÍMICA - ENSINO E PESQUISA NA UNIVERSIDADE
BRASILEIRA

Dissertação submetida como
requisito parcial para a
obtenção do Grau de mestre
em Educação.

Orientadora:

Profa. Zilah Xavier de Almeida

Rio de Janeiro
Fundação Getúlio Vargas
Instituto de Estudos Avançados em Educação

1985

A memória de Juliana Joffily
que muito nos ensinou sobre a ami-
zade e a vida.

Aos meus alunos do primário,
ginasial, científico, graduação e
pós-graduação.

AGRADECIMENTOS

- À Profa. Zilah Xavier de Almeida pela disponibilidade, solicitude e orientação.
- Ao Prof. Sergio Fernandes pela contribuição eficiente na seleção do tema.
- Ao Prof. Ricardo Ferreira pelos conselhos científicos.
- Aos colegas e professores do Instituto de Estudos Avançados em Educação (IESAE).
- Aos colegas e professores do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará que distribuíram minha carga horária e apoiaram a solicitação para realizar esse Mestrado.
- Aos colegas Leonilde Jatahy, Eliana Teixeira, Airton Marques, Afranio Craveiro pela busca e envio de documentação.
- Aos colegas professores-pesquisadores que responderam aos questionários.
- Ao Prof. Mário Guerreiro pelos esclarecimentos.
- Ao Dr. Andreas Hauser pelo estímulo e comentários.

- A Maria Luiza Borges pela esmerada e precisa revisão do texto.
- A Ana Lucia Germano e Clair Freeman pela ajuda na apuração dos dados e tabulação dos mesmos.
- A Maria Eugenia Guimarães pela indispensável colaboração.
- A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de outra Pós-graduação.
- A Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior pela concessão de bolsa.
- E a todos mais cujos nomes não estão aqui mas que possibilitaram por gestos, compreensão e apoio a finalização dessa dissertação.

L'avenir des connaissances de la matiere a pris, en deux petits siècles, une telle variété de perspectives qu'aucun cervau humain ne peut prevoir les plus prochains bilans des decouvertes experimentales, non plus que les mutations théoriques probables. Bachelard, MR. p.4.

La nature voulant faire vraiment de la chimie a finalement crée le Chimiste. Bachelard, MR. p.33.

... La chimie proprement dite est dans les metamorphoses, dans les generations de la matiere, c'est la son caractère fondamental. Elle devoile, dans les corps, leur origine et leur fin. La physique ne les considere qu'en tant qu'il persistent. (Gerhardt, Introduction a l'etude de la chimie par le systeme unitaire, p. 9 - Bachelard, MR. p. 34.

SUMÁRIO

| | Págs. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| LISTA DE TABELAS | IX |
| LISTA DE FIGURAS | X |
| LISTA DE QUADROS | XI |
| LISTA DE ABREVIações | XII |
| RESUMO | XIV |
| RESUMÉ | XV |
| INTRODUÇÃO | 1 |
| 1. CARACTERIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DA ASSOCIAÇÃO | |
| ENTRE PESQUISA E ENSINO | 29 |
| 1.1 <u>O Discurso da Lei</u> | 29 |
| 1.2 <u>A Didática Disponível</u> | 46 |
| 1.3 <u>Questionário sobre a Prática da Pesquisa</u> <u>e do Ensino da Química</u> | 54 |
| 1.4 <u>O Livro Didático de Química</u> | 80 |
| 1.5 <u>Pesquisa sobre Ensino de Química</u> | 90 |
| 2. ALGUNS ASPECTOS TEÓRICOS DA EPISTEMOLOGIA DE | |
| BACHELARD | 100 |
| 3. PROPOSTAS DE ATUAÇÃO | |
| 3.1 <u>Embasamento epistemológico do ensino e da</u> <u>pesquisa</u> | 182 183 |
| 3.2 <u>A Socialização Efetiva e Ampla da Química</u> <u>com Análise de suas Consequências</u> | 234 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3 A Localização, Caracterização e Avaliação da Cidade dos Cientistas Químicos | 245 |
| CONCLUSÃO | 249 |
| BIBLIOGRAFIA | 269 |
| NOTAS | 291 |
| ANEXO | |
| Questionário Sobre Pesquisa e Ensino | 293 |

LISTA DE TABELAS

| Tabela | Págs. |
|--------------------------------------------------|-------|
| 1.3.1 Temas de Pesquisa | 56 |
| 1.3.2 Grupo de trabalho | 58 |
| 1.3.3 Disponibilidade de apoio técnico | 59 |
| 1.3.4 Disponibilidade de apoio administrativo | 59 |
| 1.3.5 Disponibilidade de apoio para manutenção | 60 |
| 1.3.6 Organização e Desenvolvimento da Pesquisa | 61 |
| 1.3.7 Relação ensino-pesquisa | 65 |
| 1.3.8 Preparação e planejamento de curso | 69 |
| 1.3.9 Preparação de material instrucional | 70 |
| 1.3.10 Aplicação de material bibliográfico | 71 |
| 1.3.11 Métodos e estratégias de ensino | 72 |
| 1.3.12 Participação dos alunos | 73 |
| 1.3.13 Atendimento pessoal aos alunos | 73 |
| 1.3.14 Participação em órgãos colegiados | 74 |
| 1.3.15 Participação em associações profissionais | 74 |
| 1.3.16 Produção | 75 |
| 1.3.17 Auto-crítica | 75 |
| 1.3.18 Avaliação de aprendizagem | 75 |
| 1.3.19 Adoção de linha didática | 75 |
| 1.3.20 Utilização de Polêmica | 76 |

LISTA DE FIGURAS

| Figuras | Págs. |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.1 Fôrmula do tetracloreto de carbono | 119 |
| 2.2 Fôrmula do cloreto de amônio | 120 |
| 2.3 Fôrmula da água | 121 |
| 2.4 Fôrmula pela notação de Eistert | 121 |
| 2.5 Seqüência de fórmulas da água | 121 |
| 2.6 Fôrmula e representação por difração de Rx da molécula do ácido oxálico hidratado | 122 |
| 2.7 Fórmulas do benzeno | 123 |
| 2.8 Proposta "realista da fórmula do benzeno | 123 |
| 2.9 Representação do benzeno por orbitais mo- leculares | 124 |
| 2.10 Estruturas de ressonancia do antraceno | 125 |
| 2.11 Caráter da dupla ligação representado na fôrmula do antraceno | 128 |
| 2.12 Perfil epistemológico da noção de massa | 153 |
| 2.13 Espectro filosófico | 163 |
| 3.1.4.1 Bullvaleno | 226 |
| 3.1.4.2 Moléculas Topológicas | 227 |

LISTA DE QUADROS

| QUADRO | Págs. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1.1.1 Orçamento da Universidade Federal do Ceará | 43 |
| 1.1.2 Orçamento do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica | 43 |
| 1.1.3 Verbas destinadas ao ensino Superior | 44 |
| 1.1.4 Evolução do FNDCT | |
| 1.4.1 Livros textos mais usados em disciplinas de Graduação de Química | 86 |
| 1.5.1 Distribuição de pesquisas por tema (Comunicações) | 95 |
| 1.5.2 Relação das Comunicações com tendências Epistemológicas | 96 |
| 1.5.3 Artigos Publicados em Química (1982/1984) | 98 |
| 3.1.1.1 Erros em Livros Didáticos | 189 |
| 3.1.2.1 Revoluções do conceito de Campo do Ligante | 206 |
| 3.1.2.2 Eletroquímica: uma perspectiva a maior distância: Principais eventos na evolução da eletroquímica | 207 |
| 3.1.2.3 Principais eventos considerados na reconstituição da história da teoria atômica | 211 |
| 3.3.1 História das Sociedades Química do Brasil | 248 |

ABREVIATURA DAS OBRAS DE BACHELARD

| TITULOS | ABREVIATURAS |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Essai sur la connaissance approchée, Ed., Vrin, 1928. | E |
| Etude sur l'evolution d'un probleme de physique, Ed. Vrin, 1928. | Etd |
| Lo valeur inductive de la relativité, Ed. Crin, 1929. | VI |
| Le pluralisme coherent de la chime moderne, Ed. Vrin, 1973. | P |
| Les intuitions atomistiques, Ed. Boivin, 1933. | I |
| Le nouvel esprit scientifique, Presses Univer- sitaires de France, 1983. | NES |
| La dialectique de la durée, Presses Universi- taires de France, 1936. | D |
| L'experience de l'espace dans la physique con- temporaine, Presses Universitaires de France, 1937. | Ex |

TITULOS

ABREVIATURAS

La Formation de l'Esprit Scientifique,
Ed. Vrin, 1980.

FES

La Philosophie du Non, Presses Universi-
taires de France, 1975.

FN

Le Rationalisme Applique, Presses Univer-
sitaires de France, 1975.

RA

L'activite rationaliste de la physique
contemporaine, Presses Universitaires de
France, 1951.

Act

Le Materialisme rationnel, Presses Univer-
sitaires de France, 1972.

MR

La Psychianalyse du feu, Gallimard,
collection, Idées.

Psy

Etudes, Ed. Vrin, 1970.

Et

L'Engagement Rationaliste, Presses Univer-
sitaires de France, 1972.

ER

Epistemologie, Presses Universitaires de Fran-
ce, 1980.

Ep

RESUMO

Esta dissertação contém a caracterização crítica de prática do ensino e da pesquisa em Química na universidade brasileira a partir dos conceitos de base extraídos da obra de Gaston Bachelard.

A validade das idéias de Bachelard permite a colocação de propostas de pesquisas pedagógicas e epistemológicas que possivelmente abrirão novos caminhos de encontro e enriquecimento mútuo entre o ensino e a pesquisa no campo da Química.

RESUMÉ

Cette étude porte sur la caractérisation critique de la pratique de l'enseignement et recherche en chimie dans l'université brésilienne, à partir des concepts de base extraits de l'œuvre de Gaston Bachelard.

Le validité des idées de Bachelard a permis la colocation des propositions de recherches pédagogiques et épistémologiques qui possiblement ouvriront des nouveaux chemins de rencontre et mutuel enrichissement entre l'enseignement et la recherche dans le champ de la Chimie.

INTRODUÇÃO

A questão das relações entre a produção de conhecimento e sua transmissão na prática docente é um assunto que polariza a preocupação da comunidade química do país. Constantemente vem à tona no dia-a-dia dos departamentos universitários, nos questionários e relatórios das agências governamentais (como em recentes questionários da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)¹, nos debates e nas mesas redondas de encontros regionais e nacionais das sociedades científicas.

Na crise global da universidade, o problema da relação entre ensino e pesquisa chegou também ao clímax do exacerbamento; e está a exigir, não regras fixas, ou saídas demarcadas, mas novos enfoques de avaliação, subsídios para um nível mais profundo de análise, enfim, alimento substancial para se desvendarem novos sentidos em termos desgastados pelo uso repetitivo e formal.

Foi-me dado o privilégio de presenciar, ao longo de mais de 20 anos de vivência universitária, vários modelos de implantação e desenvolvimento do ensino e da pesquisa. Tendo trabalhado em três universidades, acompanhei em três diferentes departamentos o processo de convivência dessas duas funções: a de ensinar e a de pesquisar.

¹Questionários para Professores e Pós-Graduados de Avaliação da Reforma Universitária.

Dessa forma pude assistir:

a) à transformação ou conversão de uma unidade de pesquisa, no caso o Instituto de Química da Universidade Federal do Ceará (UFC) -- do qual eu era bolsista auxiliar de pesquisa --, em unidade de graduação, na qual foram criados quatro cursos na área de química: bacharelado, licenciatura química industrial e engenharia química. Dissolvida a unidade com a reforma de 1968, seus departamentos continuaram, sob a nova organização administrativa, ligados ao Centro de Ciências Exatas da UFC.

b) ao advento da reforma universitária de 1968, que obrigou à implantação da pesquisa em unidades até então quase exclusivamente de ensino e, sobretudo, vinculou todo o corpo de professores de 40 horas a compromissos de pesquisa. Pude acompanhar no Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1974 uma etapa dessa evolução no setor de química geral e inorgânica.

c) ao desenvolvimento de projetos de ensino e pesquisa integrados desde sua origem, em instituições que já se tinham assim articulado antes de 1968, e de influência nitidamente européia, pelo menos quando de sua fundação. Refiro-me, como exemplo, ao Departamento de Química da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC), fundado em 1959, e onde fiz curso de mestrado a partir de 1971, e ao Instituto de Química da Universidade de São

^{QSP}
Paulo (SUP) com que mantive estreito contato e intercâmbio desde 1966 e no qual foram cursar a pós-graduação os primeiros professores do então Instituto de Química da Universidade Federal do Ceará (UFC), cujo Departamento de Química Orgânica e Inorgânica eu também integrava nessa ocasião.

d) finalmente, ao desenrolar da implantação do binômio ensino-pesquisa nos seus 15 anos iniciais na universidade brasileira, experiência acompanhada por mim através do intercâmbio com colegas de outros centros, intercâmbio tornado possível através da militância na Sociedade Brasileira de Química, desde a sua fundação.

Em 1980 o Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará abriu-me a possibilidade de fazer um curso de mestrado em Filosofia da Educação. Pareceu-me então que seria um feliz consórcio a junção do acervo de vivências e experiências universitárias acima referido com os princípios filosóficos e educacionais que o curso do Instituto de Estudos Avançados em Educação (IESAE) me permitiu adquirir através das disciplinas e do intercâmbio com os professores e os colegas, oriundos dos mais ricos e variados rincões da vida e do saber.

Dessa forma pretendi buscar subsídios, na forma de um corpo de princípios que me permitisse levantar problemas, articular critérios de julgamento, esboçar linhas de diagnóstico, enfim, para propor modestas perspectivas de

análise e transformação, já então no âmbito da prática de modo a que o ensino e a pesquisa pudessem se harmonizar e se enriquecer mutuamente. Antes porém de resumir as intenções desta dissertação, cabe-me tomar posição a respeito da pesquisa, uma vez que alguns questionam sua validade no âmbito da universidade, ao passo que ninguém discute a relevância do ensino em qualquer de suas formas na mesma instituição.

Considero de importância vital para a sobrevivência da universidade a permanência e a expansão da pesquisa. E valorizo sobretudo a pesquisa básica ou fundamental. Se faço, não é por subestimar a pesquisa aplicada, mas por considerar que uma não se realiza sem a outra. Ademais, a pesquisa fundamental está ligada aos interesses mais profundos do espírito humano, interesses exploratórios responsáveis pelo patrimônio cultural da humanidade, e em razão dos quais o ser humano vem repetindo desde a sua origem as mesmas perguntas: quem sou eu? que é a vida? de que são feitas as coisas?

Também porque uma das conseqüências primeiras da pesquisa básica é a formação de recursos humanos excepcionais. Só a pesquisa fundamental voltada para a resposta aos grandes desafios é capaz de motivar as inteligências apaixonadas e curiosas, com fôlego para os grandes vãos e os saltos perigosos. Nelas, por seu aspecto de inutilidade, de louco desperdício, é "que se mergulha fundo no desconhecido para encontrar o novo".¹

¹NUSSENZVEIG, Ciencia Hoje, nº 4, p. 60.

A maioria dos progressos tecnológicos adveio de dados fornecidos pela pesquisa básica. Ora, nós brasileiros temos questões no âmbito da pesquisa básica e aplicada, que ninguém, senão nós mesmos, está interessado em resolver. Não é comum, como no caso da malária acharmos uma universidade como a de New York, disposta a financiá-la para pesquisadores brasileiros da área fundamental. Só o desenvolvimento da pesquisa básica servirá de lastro para um desenvolvimento tecnológico autônomo. Os resultados secundários da primeira sempre deram bons frutos. Mesmo quando a resposta central almejada não é imediatamente aplicável, ela remunera generosamente em lucros futuros suas escassas despesas no presente.

O treinamento em pesquisa básica valoriza o espírito inventivo, a originalidade e a independência de pensamento, uma atitude rigorosa e crítica. É preciso saber desenvolver métodos novos para resolver problemas inesperados. O teste crucial do acordo entre modelo e realidade, em condições cuidadosamente controladas, prevalece sobre qualquer argumento de autoridade.¹

A dissertação, cujo plano apresentarei a seguir, pretende primariamente:

Aprofundar e caracterizar a problemática da asso-

¹NUSSENZVEIG, M. Ciência Hoje, nº 4, p. 60.

ciação entre a pesquisa e o ensino da química no Brasil, partindo da análise da imposição legal e chegando ao esboço de uma descrição baseada em dados de observação participante natural e de colheita empírica.

Propor uma síntese dos pensamentos de Gaston Bachelard, como fundamento para uma reflexão crítica sobre o problema colocado e como fonte de subsídios para uma coexistência equilibrada e interativa entre essas duas funções do magistério superior, na área da química.

Finalmente, ensaiar a utilização de alguns conceitos teóricos tomados do referido autor, aplicando-os à elaboração de propostas de atuação capazes de viabilizar um relacionamento positivo e enriquecedor entre ambas as atividades no campo da química.

A primeira parte do trabalho pretende analisar o discurso da lei que criou o liame indissolúvel entre o ensino e a pesquisa na pessoa do professor universitário, conferindo-lhe um caráter obrigatório.

Foram desenvolvidos comentários sobre o texto da Lei nº 5540 de 28/11/1968 e sobre o Relatório do Grupo de Trabalho que a elaborou.

A seguir um outro tópico foi julgado necessário. Consistiria em apresentar a sucessão das correntes didáticas que, historicamente, no Brasil, foram veiculadas desde as origens dos cursos de licenciatura e, simultaneamente, infundidas no corpo docente através dos especialistas em pedagogia que ministravam os cursos de aperfei-

çoamento em disciplinas da área pedagógica nas universidades. Demos a essa passagem o título de "Didática disponível".

Em seguida, procurei caracterizar a prática do ensino e da pesquisa na área da química no espaço da universidade brasileira.

Apesar da longa convivência que me permitiu uma observação participante natural no ambiente investigado, onde se realizou a colheita de dados, pareceu-me conveniente reforçar as constatações pessoais com outros dados empíricos advindo de respostas a questionários enviados a colegas da área da química.

A amostragem constituiu-se de:

- professores com título de doutor, possibilitando a abrangência da gama completa das atividades de ensino e pesquisa;
- docentes lotados, dispostos a acolher o questionário e a respondê-lo;

Segue-se a relação desses centros e o número de professores que responderam ao questionário:

| | |
|-------------------------------------------------|----|
| - Universidade Federal do Ceará (UFC) | 6 |
| - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) | 2* |
| - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) | 3 |
| - Universidade Federal Fluminense (UFF) | 5 |

¹ Eram 3, um deles respondeu parcialmente, não sendo aproveitado.

| | |
|----------------------------------------------------------------|----------|
| - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro PUC/RJ | 4 |
| - Universidade de São Paulo (USP-SP) | 8 |
| - Universidade de São Paulo (USP-Ribeirão Preto) | 2 |
| - Universidade Estadual de São Paulo (UNESP - Araraquara) | 4 |
| - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP - Campinas) | 5 |
| TOTAL | <hr/> 39 |

Além desses centros, foram enviados questionários a dois outros, cujas respostas não chegaram.

A amostra compõe-se, portanto, de 39 questionários respondidos, num total de 100 enviados. Esse número corresponde a cerca de 12% da população alvo. A aproximação deve-se ao fato de não se saber exatamente as oscilações entre o número de professores vinculados e os efetivamente presentes, no momento, nos departamentos.

Não considerando aqui as limitações peculiares aos meus questionários, gostaria de lembrar que, de qualquer modo, haveria sempre possibilidade de críticas de caráter genérico contra "o empiricismo sociológico inerente a esse instrumento", formuladas por autores de diferentes escolas e nacionalidades, a partir de diferentes problemáticas. P.A. Sorokin & C. Wright Mills (americanos); Ador-

no e outros da sociologia alemã; Pierre Bourdieu e Thiollent, da francesa, além de outros de orientação althusseriana, todos colocam restrições a essa técnica de sondagem.

Thiollent¹⁴³, por exemplo, aponta as seguintes falhas intrínsecas aos questionários:

- "ausência de respostas por causa da desconfiança ou intimidação"; no caso, apesar do sigilo espontâneo sobre o nome, a identificação da instituição torna a pessoa identificável e a revelação de seu padrão de ação poderá deixar à mostra os pontos vulneráveis de seu trabalho;
- as respostas de opinião são distorcidas por "racionalizações" que o entrevistado utiliza em função de seu envolvimento no assunto;
- o caráter abstrato de certas palavras, dando margem a imprecisões na interpretação;
- a tendência a responder mais facilmente sim do que não;
- a indução da resposta pelos termos da pergunta; a manipulação da resposta pelo uso, na pergunta, de estereótipos com conotações negativas ou dramáticas.

Em favor dos critérios escolhidos na elaboração

temos os seguintes conselhos:

- sem dúvida a "tradução" das palavras abstratas em palavras mais concretas é um procedimento inevitável embora imperfeito. Sua utilização supõe que se tomem, como o faz o autor citado, muitas precauções ao nível da captação da resposta. A principal delas consiste em anotar a totalidade da verbalização do respondente, na qual se trata de detectar o quadro de referência que dá sentido à resposta¹⁴³.
- deve-se utilizar uma linguagem acessível ao sujeito menos sofisticado (no caso, menos sofisticado em pedagogia), evitando-se ao mesmo tempo a aparência de simplificação exagerada.
- os quadros de referência são definidos pelo contexto da fala do entrevistado... Pressupõe-se que ambos (investigador e investigado) operem dentro do senso comum.

Convém observar somente que, na sondagem sobre a pesquisa, tratava-se de expor uma lista de gestos, ações e responsabilidades de maneira simplificada mas reconhecível, de modo a expandir ao máximo a listagem a fim de que, uma lembrando a outra, (nesse ponto desejei o máximo de "contágio") não ficasse de fora nenhuma particularidade ou detalhe do exercício profissional.

Criou-se um sistema escalar aproximativo para avaliar a freqüência com que as "ações" são praticadas pelos docentes. Para isso o respondedor assinalaria uma das respostas:

"sempre"; "às vezes"; "nunca".

A finalidade principal seria obter o quadro o mais minucioso possível da vida profissional, com a listagem exhaustiva de todas as tarefas e tipos de ocupação já presenciada por mim no dia a dia de nossa profissão. Obviamente, várias foram omitidas, apesar do meu cuidado. O objetivo principal seria atender à eterna questão da utilização do tempo: "o ensino toma demasiada tempo à pesquisa ou a pesquisa toma demasiado tempo ao ensino?" Já que é essa a formulação que freqüentemente se dá ao assunto nas discussões que se travam a seu respeito.

A relação de tarefas ou ocupações presumidas como de competência dos pesquisadores foi apresentada a partir dos seguintes itens subdivididos em outros.

Pesquisa:

1. Programação
 - discussão do projeto
 - escolha do tema
2. Elaboração do projeto
3. Avaliação dos recursos necessários

4. Cronograma de execução
5. Recrutamento de pessoal
6. Contato com agência financiadora
7. Instalação de infra-estrutura administrativa
8. Recursos humanos
9. Implantação e desenvolvimento
10. Processamento de informações
11. Manutenção
12. Administração de pesquisa
13. Registros e publicações
14. Atividades e tarefas avulsas.

Após o recebimento das respostas, para configurar a situação concreta, considere melhor reagrupar os itens da seguinte forma:

I. Sobre que assuntos trabalha o pesquisador?

1. Temática da pesquisa.

II. Com que meios trabalha o pesquisador?

1. Recursos humanos

Grupo de trabalho:

- composição
- recrutamento
- expansão

2. Infra-estrutura

- disponibilidade de apoio técnico
- disponibilidade de apoio administrativo
- disponibilidade de apoio para manutenção

III. Como e em que trabalha o pesquisador?

1. Organização e desenvolvimento da pesquisa

- elaboração do projeto
- busca de financiamento
- implantação e manutenção
- processamento de informações
- aperfeiçoamento profissional
- formação de pessoal
- registros e publicações

Quanto ao questionário dedicado às tarefas e ações no âmbito do ensino, montei-o a partir das indicações técnicas já expostas, passando em seguida à fase de elaboração.

Falava-se nesse ocasião de um questionário, que circulava nos meios universitários, sobre a formação dos geólogos, cuja finalidade era subsidiar a redação de um currículo mínimo de geologia levado a cabo pela Secretaria do Ensino Superior do Ministério de Educação e Cultura (SESU/MEC) através de grupos de estudo compostos por entidades universitárias e a Sociedade Brasileira de Geologia. No

que dizia respeito ao ensino, esse questionário foi objeto de comentários e elogios.

Veio-me a idéia de utilizar algumas de suas questões, adaptar outras e acrescentar novas, aproveitando sua utilização prévia — notoriamente bem aceita, — como uma forma de pré-teste. Assim, repeti a estrutura desse questionário. Ao lado de um procedimento pedagógico, o respondente assinalaria uma das colunas: "sempre" "às vezes" e "nunca".

Achei que seria aconselhável utilizar o "jargão" corrente entre professores de ciências; a modificação introduzida foi a inversão da ordem, para descaracterizar as ações como pertencentes a um determinado estilo pedagógico e a expansão do número de itens de 18 para 38. Não convinha rotular qualquer conjunto de passos formais com um título, por exemplo, "ensino expositivo". Os diversos sujeitos associariam esses títulos a atividades diferentes, segundo sua interpretação do rótulo. Por outro lado, apresentar as seqüências completas e ordenadas das etapas que constituem um método ou estratégia, poderia fazer agir o efeito de "contágio", pelo qual ações agrupadas induzem à resposta de algumas que na prática não foram cumpridas em decorrência de sua associação na memória ou na teoria. Tive o cuidado, pois, de desarticular as seqüências, e, em cada momento do processo de ensino, apresentar um rol de tarefas e atividades fora de sua ordem habitual, dissolvendo assim a ligação de umas com as outras.

Os diversos momentos do processo de ensino foram assim arrolados:

- preparação
- ministração de aulas
- atividades docentes outras
- relacionamento aluno-professor
- procedimentos referentes ao manual
- participação em órgãos colegiados e em sociedades profissionais
- produção de material instrucional
- produção de pesquisa em ensino de química
- avaliação crítica das atividades de ensino

No que concerne às respostas a essa parte do questionário, elas foram grupadas de maneira a possibilitar o sentido da realidade sondada.

1. preparação e planejamento de aula
2. preparação de material instrucional
3. aplicação de material bibliográfico
4. métodos e estratégias de ensino
5. participação dos alunos na programação, na escolha do método e na avaliação
6. atendimento pessoal ao aluno
7. participação em órgãos colegiados e em associações profissionais

8. produção de pesquisa química e em ensino de química
9. autocrítica
10. avaliação da aprendizagem
11. posicionamento com relação a linhas pedagógicas
12. utilização de polêmica.

Reconhecendo posteriormente algumas deficiências do questionário, tentei saná-las. Para isso dirigi uma consulta aos professores de química de alguns centros, de modo a constituir uma amostragem significativa para a futura elaboração de uma relação dos livros-texto mais adotados nas disciplinas básicas de química: química analítica, química inorgânica, físico-química e química orgânica. Os centros consultados foram os das seguintes universidades: Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), PUC/RJ, UFF, UFRJ e UFC.

Os resultados e comentários às respostas são apresentados como complemento à composição do quadro descritivo da prática de ensino.

Julguei ainda necessário entrar em contato com as atividades de pesquisa sobre ensino de química que vêm sendo desenvolvidas no Brasil. Escolhi como significativa, pelo porte e crescente evolução, a produção apresentada nas três últimas reuniões da Sociedade Brasileira de Química (1982, 1983 e 1984) e os artigos publicados na

seção Educação Química da Revista Química Nova do mesmo período.

Procurei interpretar as informações recolhidas privilegiando, ao fazê-lo, os aspectos qualitativos sobre os quantitativos, embora estes não sejam de todo desconsiderados.

O que se pretendeu indicar nesta caracterização da prática do ensino e da pesquisa de química, como subsídio para a interminável discussão sobre a concorrência das duas tarefas, é que não é o tempo consumido com qualquer delas que priva o professor da requerida disponibilidade para a outra. O que se viu é que ambas convivem melhor entre si do que qualquer delas convive com as tarefas compulsórias de cunho administrativo e burocrático, ou com o esforço despendido para suprir lacunas infra-estruturais tais como a manutenção de aparelhagem e o processamento eficaz de informações científicas.

Na segunda parte deste trabalho, é proposta uma interpretação da epistemologia de Gaston Bachelard, fundada na exploração de alguns conceitos pertinentes aos problemas visados.

Ninguém fez uma ligação tão profunda quanto, Bachelard entre o desenvolvimento filogenético da ciência ao longo do desenvolvimento da espécie humana e a construção do pensamento científico de modo ontogenético no momento pessoal de cada cientista, de cada aluno ou de vários em

comunhão. Não é à toa que Piaget assim fala:

pelo que se possa dizer da epistemologia genética especializada no estudo do crescimento como tal dos conhecimentos, a obra de Bachelard constitui a soldagem mais íntima entre análise histórica e preocupação genética, pela constante precisão com que localiza o problema epistemológico nas transformações das próprias.¹

Portanto, ninguém mais adequado a ser ouvido e até mesmo seguido no momento em que se pretende aproximar em sinô — espaço onde se promove a geração ontogenética dos conhecimentos — da pesquisa — espaço da geração filogenética da produção científica.

Já tendo optado, desde remotas leituras da obra de Piaget, realizadas durante a docência do ensino secundário no início da década de 1960, pela orientação epistemológica dos métodos de ensino, o encontro da obra de Bachelard reforçou e ampliou a faixa de afinidade.

Se escolhi Bachelard como o principal autor para fundamentar teoricamente este trabalho foi antes de tudo pela sua contribuição à epistemologia. Mesmo considerando que ele encerra esta disciplina apenas na dimensão cognitiva é necessário que se tome contato com o conjunto de

¹PIAGET. Introduction a l'Epistemologie Genetique T.II, p. 330.

suas especulações. Na sua obra, a epistemologia é tratada como a disciplina que estuda as leis que regulamentam a produção da ciência como tipo peculiar de conhecimento, tanto no aspecto ~~no aspecto~~ genético quanto no transformacional.

Alguns dos seus conceitos, como os de corte epistemológico, obstáculo epistemológico e algumas práticas como a sugestão aos cientistas e seus aprendizes de elaborar seu próprio perfil epistemológico, parecem-nos da maior importância no sentido de integrar numa raiz de fundamentos e de gestos comuns os atos de ensinar e de pesquisar.

Em Bachelard o cientista encontrará subsídios para uma reflexão filosófica sobre a própria atividade, o que lhe permitirá alcançar uma lucidez maior com relação à qualidade epistêmica de seu trabalho. Ademais, sua contribuição possibilita a descoberta de mecanismos cegos subjacentes que, como um peso morto, invalidam as asas do pensamento científico que busca ser livre e mais transparente à verdade.

A demonstração do caráter social da ciência, como um valor a ser conservado e aprimorado, mas bastante comprometido com todos os níveis e formas de poder, dá-nos matéria farta à reflexão e a uma tomada de posição mais consciente.

Optamos enfim por Bachelard:

Pela esperança com que envolve a conquista da

verdade, essa meta sempre buscada e nunca alcançada em sua plenitude, esse ser que sempre cresce e no entanto é sempre testemunho da própria incompletude.

Por ser um dos poucos filósofos que tem como assunto central de suas reflexões a química, ciência a que dedicou seus primeiros anos de magistério.

Por nos ter proporcionado uma visão da ciência química como uma realidade aberta, em crescimento incessante, capaz de, pelo seu exercício, fecundar o espírito humano para outras manifestações igualmente necessárias de racionalidade — demonstrando então seu caráter formativo e cultural.

Igualmente, por ter valorizado a linguagem científica, que destacou como parte integrante do próprio corpo da ciência. Com relação a essa linguagem demonstrou honrosa exigência, conferindo-lhe a justa amplitude. Liberou-a dos estreitos limites da nomenclatura e notação, para lançá-la num campo mais vasto, em que aparecem outras modalidades de representação.

Por fim, pela equidade com que considera, embora distinguindo-as, a relevância das funções de ensinar e de pesquisar. Ligando-as por recíproca dependência, fez de uma a serva da outra, nos limites da cidade dos cientistas, esta transformada ao mesmo tempo em matriz e escola dessa ciência.

Se há ressalvas a fazer ao pensamento de Bachelard

é por ter ele deixado fora da discussão problemas que são pa-
ra muitos de extrema relevância. Muitos deles são mencio-
nados pelo autor, que reconhece assim a sua existência,
mas como que implicitamente, e arrola-os como temas a se-
rem tratados posteriormente. É o caso do problema da neu-
tralidade da ciência e o da competição entre os cientistas.
Nestes casos, não teriam sido relegados por irrelevantes,
mas ao contrário, pela sua complexidade, a impossibilitar
sua abrangência nas orlas de uma obra quase exclusivamen-
te dedicada aos aspectos cognitivos e pedagógicos da cria-
ção científica.

Essas limitações perceptíveis em Bachelard não lhe
diminuem a importância nem a aplicabilidade. Como diz Can-
guillem Bachelard, "rotulado de idealista é o homem que
utiliza o erro como um elemento que tem primazia sobre a
certeza" na construção da verdade, postura que nada tem
de idealista. E, concordando com Lecourt, é o pensador que
aponta o movimento dialético contínuo do processo de cria-
ção científica do espírito humano, pelo qual dá-nos ins-
trumentos de superação do empirismo, do positivismo, do
historicismo cronológico, do realismo das primeiras im-
pressões.

Uma primeira indagação que surge da obra de Ba-
chelard diz respeito ao problema gerado pela relação en-
tre o que ele chama de ruptura epistemológica e o obstá-
culo epistemológico. Para abordar essa questão, procura-
rei sumariamente, como cabe nessa introdução, definir os

conceitos de ruptura e de obstáculo.

A ruptura epistemológica surge em meio ao problema da emergência do conhecimento próprio da ciência. Bachelard foi o primeiro a utilizar este termo para indicar uma descontinuidade entre o conhecimento comum e o conhecimento científico. Depois ele se tornou uma categoria de uso freqüente no discurso contemporâneo. Para Bachelard, não há uma passagem inconsútil no tecido do conhecimento vulgar que, amadurecendo, transforme-se em científico. Não, ele argumenta fortemente a favor de um corte, de um salto de natureza qualitativa, essencial.

Há ainda uma outra ruptura, esta identificada por Bachelard no domínio mesmo da ciência. Nessa segunda acepção, ela aparece quando, no território da ciência, passa-se de um estágio do desenvolvimento de um conceito para outro mediante aquele passo, ou salto, a que se costuma designar por "revolução científica".

Com relação ao obstáculo epistemológico, ele é definido por Bachelard

como uma espécie de necessidade funcional de lentidão e perturbação que causa inércia estagnação e regressão relativamente à aquisição do conhecimento (...). Não

advêm da complexidade dos fenômenos, nem da fraqueza do espírito ou dos sentidos (...). Advêm de um impedimento que aparece no próprio ato de conhecer.¹

Não nos interessa, como diz Lecourt, denunciar ou constatar simplesmente as limitações de Bachelard; se as referimos, é antes para "pensá-las e, em pensando-as, achar um meio de superá-las".

A primeira questão seria a seguinte: Bachelard não situa a ruptura do conhecimento científico com relação às ideologias ou à ideologia subrepticiamente presente no cientista e na ciência.

Falta a ele uma história da ciência relacionada à ideologia e à sua história. A ideologia tomada aqui no sentido "de relação imaginária dos homens com suas condições materiais de existência" (Marx - Ideologia alemã...). Sobrecarrega a libido, como argumento psicanalítico a permeiar o fundo donde se extraem os conceitos científicos, mas encobre a dificuldade de pensar uma história "diferencial" da ciência e da tecnologia.²

Uma outra questão tacitamente formulada e não respondida, seria: — por que, apesar do corte da ciência com o pensamento comum, por que apesar da ruptura, permanecem e continuam se formando na geração de cientistas, uma após

¹FES, p. 13.

²LECOURT, D. Pour une critique de L'epistemologie, p. 35.

outra, antigos e novos obstáculos epistemológicos?

Bachelard não deixa de aludir vagamente à influência da classe social sobre a feitura de livros pré-científicos no século passado. Mas não aprofunda ou estende a análise do fenômeno.¹

Por fim, ainda em outro aspecto, desta vez relativo à criatividade, Bachelard não faz o seu panegírico como vem sendo tradição entre os psicólogos e os antropólogos da ciência. Não entra no mérito do momento da descoberta: no mérito de pensamento do criador. Só se preocupa com a descoberta a partir de sua validação pela cidade científica, na fase da prova. Assim sendo, atribui maior valor ao "instinto de objetividade social" que ao "instinto de originalidade".

Foram realçadas principalmente as acepções em que Bachelard emprega as seguintes categorias: realidade, racionalismo, dialetização ou dialética. Procurei expor de forma analítica e exemplificada alguns conceitos criados pelo autor: a dúvida potencial, o valor do erro, a ruptura epistemológica com relação ao senso comum, a ruptura epistemológica que chama de histórica, os obstáculos epistemológicos e a cidade científica. Expus seus principais argumentos para a valorização da polêmica como o clima mais propício à ciência; seu enfoque dos assuntos especialização e epistemologias regionais.

Finalmente, tentei recolher da obra de Bachelard as contribuições julgadas mais importantes para fundamen-

tar uma pedagogia adequada à ciência. Nesse sentido, ele oferece sugestões como a prática dialética no ensino, a identificação do obstáculo epistemológico, a importância do erro. Propõe ainda sugestões sobre o relacionamento aluno-professor, o ensino experimental ligado à teoria; o livro-texto e a socialização do ensino.

Considero a leitura empreendida e seu comentário um ponto de partida. Qualquer estudo posterior requererá um retorno a ela, bem como o recurso a outras obras não lidas e que, embora talvez de menor importância, poderão também contribuir para a consecução de outros objetivos mais amplos, que transcendem este trabalho.

Na terceira parte deste trabalho, ainda fundamentada em Bachelard, pretendo apresentar sugestões de atuação, que passam por uma etapa obrigatória de pesquisa, preferencialmente de cunho interdisciplinar, abrangendo a colaboração, quando possível, do epistemólogo, do psicólogo, do pedagogo, do professor e pesquisador químico.

O conteúdo dessa parte final desdobra-se em três itens. O primeiro propõe a fundamentação do ensino e da pesquisa em bases epistemológicas. Os aspectos tratados não têm a pretensão de esgotar toda a abrangência da rubrica. São foram privilegiados sobre outros em decorrência de nossas deficiências e da natureza do problema proposto, que seria o da equilibração das relações entre o ensino e a pesquisa.

Por fundamentação epistemológica do ensino, enten-

do a orientação metodológica ou o enfoque teórico, que, sob a forma de princípios aplicados, tornariam o ensino da química mais de acordo com a maneira de atuar da própria química. A fundamentação epistemológica da pesquisa seria a retomada da produção química de forma mais lúcida e mais coerente com a própria natureza da ciência.

Isso teria por resultado inevitável relacionar as tarefas de ensino e pesquisa não arbitrariamente pela divisão ou justaposição de horários, mas pela sua união mediante a implantação de fundamentos comuns.

Assim, inspirando-me em Bachelard, privilegio para a realização do objetivo mencionado, os seguintes pontos:

- a utilização do erro.
- o emprego mais fundamentado do método da descoberta articulado sob a forma de projetos ou problemas;
- a reconstituição de quadros histórico-crítico-epistêmicos em que se possam perceber os momentos de desenvolvimento dos conceitos e princípios básicos mais significativos da ciência química.
- a dialetização da prática do ensino e da pesquisa.
- a ativação da polêmica como momento construtor.

Obviamente, muitas propostas de pesquisa e atuação

da maior importância foram deixadas de lado. Algumas, por já constituírem assunto de preocupação presente, como é o caso do esforço para tornar mais experimental, no verdadeiro sentido, o ensino da química, através da inserção do experimento na teoria e vice-versa: um verificando a outra.

Assim também o problema da diferenciação dos conteúdos que são objeto do ensino e da pesquisa. Enquanto aquele não pode prescindir de transmitir o saber já conquistado, esta última visa exclusivamente a ampliação do saber. Descobrendo novos fatos e princípios já notórios, a química vai se corporificando em novos construtos. Obviamente essa dualidade não é absoluta uma vez que todo fato descoberto torna-se ciência morta, mas esse processo leva tempo. O que é preciso é cuidar de encurtar esse limbo, de modo a que o ensino seja revigorado e inovado em seus conteúdos, fazendo-se avançar as fronteiras dos seus domínios e tornando contemporâneo o saber transmitido. Isso, que parece óbvio, nem sempre é pacífico no dia-a-dia da prática pesquisa-ensino. Nesse particular, a contribuição daqueles que predominantemente fazem pesquisa é indispensável, sendo sem dúvida alguma sua grande responsabilidade.

Alguns itens escolhidos para traçar a história epistemológica do desenvolvimento da química permitiriam criar um clima de entusiasmo em torno dessa ciência, e quem sabe sensibilizar aqueles que, no universo docente, são refratários às atividades de pesquisa. Por outro lado,

por suas exigências de aprofundamento na própria química, a recomposição histórico-epistêmica do surgimento de um princípio ou de uma lei, tornaria sedutora ao pesquisador da química as pesquisas voltadas para o ensino, uma vez que elas estão também ligadas às próprias raízes de sua motivação: a produção científica.

O segundo item dessa parte diz respeito à tentativa de aprofundamento no plano da pesquisa, e da possível atuação no sentido de se alcançar a socialização mais efetiva e ampla da química, com a análise de suas consequências. Essa meta de transformação ou de interferência provocará uma revisão cabal da ciência química com relação a seus comprometimentos e vinculações.

O terceiro item trata da cidade dos cientistas. Essa entidade conceitual criada por Bachelard é de grande utilidade para a avaliação de nossas comunidades científicas historicamente constituídas. Nos limites desse tema, muitos aspectos críticos surgirão, exigindo a localização, a caracterização e a avaliação da cidade dos cientistas químicos existente entre nós, seja qual for seu nível de maturidade ou grau de existência.

Finalmente esclareço que, na bibliografia, não omiti nenhuma das obras consultadas, mesmo que não citadas, uma vez que indiretamente contribuíram para nutrir e articular meu pensamento.

Prof. Dr. Sérgio de A. M. Silva, Universidade Federal do Rio de Janeiro

1. CARACTERIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DA ASSOCIAÇÃO ENTRE PESQUISA E ENSINO

1.1 O Discurso da Lei

Começo a análise da relação ensino-pesquisa pelo comentário do texto de lei que a positivou. Trata-se da Lei nº 5.540 de 28 de Novembro de 1968 que "Fixa normas de organização e funcionamento do ensino superior e sua articulação com a escola média e dá outras providências".

Nesse texto, a expressão "ensino superior" (vinculada a estabelecimentos de...) aparece 19 (dezenove) vezes; a palavra ensino, isoladamente, 6 (seis) vezes, enquanto a palavra pesquisa, também isoladamente, aparece 2 (duas) vezes; uma e outra palavra, contudo, ligadas, aparecem 9 (nove) vezes como se numa tentativa de fortalecer, pela repetição, o vínculo recém-instituído.

Procurarei retirar do texto suas implicações e, ao comentá-lo exporei suas contradições, lacunas e ambigüidades mais aparentes.

Não se poderia esperar outra coisa de um documento que, apesar da sua seriedade, foi redigido em um mês, segundo o "Relatório" do Grupo de Trabalho que o elaborou¹.

Algumas das perspectivas que apresentarei refletem opiniões sobretudo de dois autores, Saviani¹²⁷ e Vieira¹⁵⁴ com os quais estou de inteiro acordo. Outras são pessoais.

¹BRASIL MEC. Relatório Geral do Grupo de Trabalho para a Reforma Universitária Brasileira, agosto/1968. Conclusão.

O artigo primeiro do decreto nada esclarece. Enuncia que "o ensino superior tem por objetivo a pesquisa, o desenvolvimento das ciências, letras e artes e a formação de profissionais de nível universitário". É como se o conteúdo da palavra pesquisa antecedesse, quanto ao seu significado, a aceção tomada no artigo na conformação sócio-cultural, sendo apenas transferida para dentro da Universidade. Não há a preocupação de definir e relacionar.

Art. 1º - O ensino superior tem por objetivo a pesquisa, o desenvolvimento das ciências, letras e artes e a formação de profissionais de nível universitário.¹

Conclui-se por esse enunciado que pesquisa não se confunde, para os autores do texto de lei, com o "desenvolvimento das ciências, letras e artes". Ora, considerando-se que desenvolvimento é expansão, aparecimento de novos conteúdos, digamos que a expressão abrangeria aquilo a que se chama comumente de Produção. E o que sobraria então, subsumido pelo termo pesquisa para lhe definir a atividade?

Na interpretação de alguns autores, como Vieira¹⁵⁴, o que está mal colocado é o termo ensino, que ocupa na frase o lugar da palavra educação, que, substituindo-o, tornaria claro todo o texto.

¹Lei nº 5.540 de 28/11/1968.

Compreende-se portanto que o que permanece sem definição é a palavra Pesquisa.

Logo a seguir, o artigo segundo estabelece que: "o ensino superior é indissociável da pesquisa". Ora,

o postulado da união ensino-pesquisa não é, de forma alguma, auto-evidente. As universidades brasileiras são organizadas em função da educação profissional...¹

A indissociabilidade pesa sobre ambas as realidades, obscurecendo diferenciações necessárias e indestrutíveis, e dificultando a inter-relação livre e a colaboração indispensável. O legislador não se dá conta de que a vinculação inelutável pode dar cabo da relação.

Art. 2º - O ensino superior, indissociável da pesquisa, será ministrado em universidade e, excepcionalmente, em estabelecimentos isolados, organizados como instituições de direito público ou privado.²

Do ponto de vista organizacional, a Universidade deverá (ainda art. II ítem c) ter "unidade de funções de ensino e pesquisa, vedada a duplicação de meios para fins idênticos ou equivalentes" o que na prática é impossível,

¹SCHWARTZMANN, S. Ciência, Universidade e Ideologia, p. 58.

²Lei nº 5.540 de 28/11/1968.

por exemplo, quando se trata de laboratórios de ensino insuficientes para a pesquisa, se a 'identidade' da área do conhecimento for considerada um 'idêntico fim'.

Ainda dentro da organização (art. II ítem b), "a estrutura orgânica com base em departamento" não é tão orgânica assim. Em função do ensino estabelece-se a dicotomia departamento e coordenação de curso. Para Saviani¹²⁷

perpetuou-se no ensino a separação entre meios e objetivos; entre conteúdos curriculares e sua finalidade educativa; entre as formas de transmissão do saber e as formas de produção e sistematização do saber; entre o pedagógico e o científico. Teoricamente, os meios, os conteúdos, as formas de produção e sistematização do saber, o aspecto científico, ficaram sob a jurisdição do departamento. Os objetivos, as finalidades, as formas de transmissão do saber, o aspecto pedagógico a cargo da coordenação de curso. Paradoxalmente, acentuou-se o divórcio entre o ensino e a pesquisa no momento mesmo em que a reforma se preocupava em realizar sua unidade. Na prática a dependência da coordenação de curso em relação ao departamento, esvaziado este de preocupações pedagógicas, significou, em termos de estrutura de ensino, a subordinação dos fins aos meios.¹

O que se observa efetivamente é algumas Universidades (como a Universidade Federal do Ceará (UFC)), numa tentativa de recuperação, reestruturarem as coordenações, mas

¹SAVIANI. Ensino Público e algumas falas sobre Universidade. p. 90.

são sempre remendos de boa vontade.

Art. 11 - As universidades organizar-se-ão com as seguintes características:

a) unidade de patrimônio e administração;

b) estrutura orgânica com base em departamentos reunidos ou não em unidades mais amplas;

c) unidade de funções de ensino e pesquisa, vedada a duplicação de meios para fins idênticos ou equivalentes;

d) racionalidade de organização, com plena utilização dos recursos materiais e humanos;

e) universalidade de campo, pelo cultivo das áreas fundamentais dos conhecimentos humanos, estudados em si mesmos ou em razão de ulteriores aplicações e de uma ou mais áreas técnico-profissionais;

f) flexibilidade de métodos e critérios, com vistas às diferenças individuais dos alunos, às peculiaridades regionais e às possibilidades de combinação dos conhecimentos para novos cursos e programas de pesquisa.¹

Com relação ao agente desse binômio ensino-pesquisa, o artigo 32 designa como tal o professor. Explicita como atividades do magistério superior "as que, pertinentes ao sistema indissociável de ensino e pesquisa, se exerçam para fins de transmissão e ampliação do saber". Continuam por conseguinte sem resposta muitas questões e entre elas, obviamente, esta: Ampliação do saber, como? pela simples

¹Lei nº 5.540 de 28/11/1968.

transferência ou pela criação? Sim, porque em lugar algum se explicita a produção do saber, só aparecendo esta expressão em literatura paralela, e em discursos posteriores, fora já da legislação.

Ora, a questão mais grave está na indiferenciação das atividades de pesquisa e ensino. Mesmo sem concordar com a "incompatibilidade quase natural entre as atividades científicas e as atividades docentes de formação profissional" postulada por Schwartzmann¹³³, não é fácil "admitir a unicidade da carreira docente, obedecendo à integração de ensino e pesquisa", quando se sabe que nem todo este processo é integrado, havendo, por vezes no magistério, predominância de capacitação para um, sobre o outro.

Art. 32 - Entendem-se como atividades de magistério superior, para efeitos desta lei:

a) as que, pertinentes ao sistema indissociável de ensino e pesquisa, se exerçam nas universidades e nos estabelecimentos isolados, em nível de graduação, ou mais elevado, para fins de transmissão e ampliação do saber;

b) as inerentes à administração escolar e universitária exercida por professores.

§ 1º Haverá apenas uma carreira docente, obedecendo ao princípio da integração de ensino e pesquisas.

§ 2º Serão considerados, em caráter preferencial, para o ingresso e a promoção na carreira docente do magistério superior, os títulos universitários e o teor científico

co dos trabalhos dos candidatos.¹

Considere-se, ademais que a formação do pesquisador não é a mesma do professor; que aquele, além da exigência de longo contacto com a ciência, ainda teria que 'decodificar' sua linguagem para transmitir o conteúdo de suas pesquisas, ou só ter por alunos cientistas como ele (alunos de pós graduação?)... E abriremos um amplo campo para a problematização de alguns aspectos, aos quais voltarei mais adiante.

Na verdade, o que é facilmente constatável é que a coexistência ensino-pesquisa não é de modo algum tranquila no âmbito da vida acadêmica brasileira. O que eram experiências esparsas, voluntárias e valiosas tornou-se por imposição da lei um fato compulsório, que não respeita vocação, nem permite à universidade sua própria definição ante a matéria.²

Por fim, ao se referir à formação do seu pessoal docente, a lei fere de morte a autonomia da Universidade estabelecendo uma relação de obediência à política nacional (art. 36) definida pelo Conselho Federal de Educação e promovida por uma comissão executiva composta por representantes do Conselho Nacional de Pesquisas, Coordenação do Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior, Conselho Federal de Educação, Ministério do Planejamento, Coorde-

¹Lei nº 5.540 de 28/11/1968.

²Ver bibliografia 145 a 150.

nação-Geral, Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico e Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação e das universidades.

Art. 36 - A formação e o aperfeiçoamento do pessoal docente de ensino superior obedecerá a uma política nacional e regional, definida pelo Conselho Federal de Educação e promovida por meio de uma comissão executiva em cuja composição deverão incluir-se representantes do Conselho Nacional de Pesquisas, da Coordenação do Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior, do Conselho Federal de Educação, do Ministério do Planejamento e Coordenação-Geral, do Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico, do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação e das universidades. (Redação dada pelo Decreto-lei nº 464, de 11/2/1967).¹

Querendo promover a reforma universitária, o governo federal estabeleceu, no Ministério de Educação e Cultura,

um grupo de trabalho, com 11 (onze) membros designados pelo Presidente da República, para estudar a reforma da Universidade Brasileira, visando à sua eficiência, modernização e flexibilidade administrativa e formação de recursos humanos de alto nível para o desenvolvimento do país. (Decreto nº 62, 397 de 02 de julho de 1968 art.1º).

¹Lei nº 5.540 de 28/11/1968.

Segundo está dito na conclusão do próprio Relatório do Grupo que elaborou o projeto de lei, o trabalho foi realizado 'em trinta dias'.

Passo agora a tecer alguns comentários a respeito desse relatório, uma vez que, sendo explicativo, supõe-se ser possível nele encontrar a filosofia e inspiração da nova Lei.

O "Relatório do Grupo de Trabalho" para a reforma Universitária, que elaborou o projeto depois convertido em Lei nº 5.540 de 28 de novembro de 1968, não esclarece a questão da relação ensino-pesquisa muito mais do que o faz a própria lei.

Preceitua um ensino que flua da pesquisa: "todo pesquisador deve ensinar e de alguma forma transmitir diretamente ao estudante o resultado de sua pesquisa". (Relatório 1.6 Corpo Docente).

Embora admita que:

Pouco importa que alguns sejam mais professores e outros mais pesquisadores: o que se quer não é, afinal, dividir mecanicamente na mesma proporção docência e pesquisa, mas tornar expressa a idéia do laço que as une, da associação contínua que devem manter para o cumprimento integral da tarefa universitária.¹

¹BRASIL MEC. Relatório Geral do Grupo de Trabalho para a Reforma Universitária, Brasília, agosto/1968 - 1.6 - Corpo Docente.

No parágrafo seguinte, o Grupo de Trabalho parece tender a propor a indissolubilidade entre a pesquisa e o ensino no âmbito da instituição, ou seja, nota-se uma ligeira tentativa nesse sentido.

"Não teria sentido separar em compartimentos estanques os homens que ensinam o que já é patrimônio comum da humanidade dos que exploram as humanas virtualidades do conhecimento" (Relatório 1.6 - Corpo Docente).

Infelizmente, porém, há um recuo e o encargo de ensinar e pesquisar ficam indissociados na pessoa mesma do professor.

Daí o princípio implícito na idéia de unificação da carreira universitária segundo o qual todo professor deve investigar e de algum modo criar e de acordo com o qual também todo pesquisador deve ensinar ...¹

Prestigiando a pesquisa, o relatório encontra nova forma de incrementá-la "A implantação sistemática dos estudos pós-graduados é condição básica para transformar a Universidade Brasileira em centro criador de ciências, de cultura e de novas técnicas" (Relatório 1.7 - Implantação de Pós-Graduação).

¹BRASIL MEC. Relatório Geral do Grupo de Trabalho para a Reforma Universitária, Brasília agosto/1968 - 1.6 - Corpo Docente.

E essa pós-graduação seria:

O sistema especial de cursos regulares, exigido pelas condições da pesquisa científica, pela necessidade da formação tecnológica avançada como imperativo do preparo de professores de ensino superior.¹ (Relatório 1.7 - Implantação da Pós-Graduação).

Merece destaque no Relatório do Grupo de Trabalho a parte referente aos recursos para Educação, sem os quais não se poderia efetivar a reforma.

No seu item 1.10.1 encontra-se:

1. Medidas principais a adotar para aumento dos recursos destinados à Educação, notadamente quanto ao ensino superior:
 - a) Os recursos da União provenientes de fontes já existentes — principalmente o orçamento federal — deverão ser substancialmente aumentados.
 - b) A liberação dos recursos orçamentários deverá ocorrer rigorosamente dentro de programação preestabelecida.
 - c) A liberação dos recursos orçamentários deve ser excluída de programas de economia ou fundos de contenção.
 - d) Novas fontes de recursos para Educação, a nível do Governo Federal, deverão ser criadas de imediato, como proposto a seguir, concretamente,

¹BRASIL MEC - Idem.

a fim de suplementar as fontes tradicionais e permitir impacto realmente poderoso de ampliação dos dispêndios federais em Educação.

em 1.10.2

2. A previsão de dispêndios públicos em Educação, para o período 1968/1970, apresenta o seguinte resultado:

a) - _____

b) - _____

c) O montante de dispêndio públicos previstos representa uma participação no PIB (sem inclusão dos dispêndios privados) de 3,6%, 4,2% e 4,4%, respectivamente, em 1968, 1969 e 1970. Essas percentagens são comparáveis mesmo de países de elevado nível de renda. Se acrescentarmos uma estimativa preliminar dos dispêndios com recursos privados, aquela participação se eleva para 3,9%, 4,6% e 4,8% em 1968, 1969 e 1970, respectivamente.

3. Se considerarmos apenas o Governo Federal, no tocante às fontes de recursos já existentes, a programação estabelece:

a) - _____

b) A participação das despesas de Educação no Orçamento Federal (incluindo o salário-educação) já deverá alcançar, em 1969, a ordem de 12% ultrapassando-a daí em diante.¹

c) - _____

¹ BRASIL MEC - Idem.

em 1.16.4

4. No tocante à liberação de recursos orçamentários propõe o GT:

a) -

b) Que se baixe ato presidencial (minuta de decreto anexa) isentando de fundos de contenção os recursos destinados à Educação.

Com relação à química, especialmente, cabe citar o item 1.9.2.3 a

3. Além do estabelecimento de metas globais, será necessário prever metas específicas, no sentido de:

a) levando em conta a importância de evitar a continuação do problema de "excelentes", concentrar o aumento de vagas em carreiras prioritárias para o desenvolvimento econômico e social, notadamente em quatro áreas: professores de nível médio, a área de maior déficit, atualmente; medicina e outras profissões de saúde (enfermagem, bioquímica, odontologia); engenharia (principalmente engenharia de operação) e outras profissões da área tecnológica (engenharia química, química industrial); técnicos intermediários (carreiras curtas de nível superior);¹

Observe-se que estava no espírito da reforma a intenção de dotar a universidade de amplos recursos humanos capazes de corresponder às suas novas dimensões (1.9.3.3).

¹BRASIL MEC - Idem.

b) Atendimento do deficit através, principalmente, do melhor aproveitamento da capacidade existente, mediante convênios a serem efetivados.

3. O programa de implantação gradual do tempo integral poderá ter início imediato, através de orçamento suplementar para o corrente exercício, estimado em NCr\$ 25 milhões. Destinar-se-ia a financiar a contratação de até 1.000 monitores, a concessão de tempo integral a 3.000 professores e de tempo semi-integral a 4.500 docentes mediante estímulo financeiro adequado. Para financiamento do programa a partir de 1969, abrir-se-ia conta especial no FNDE.¹

É importante notar que em nenhuma passagem do texto há referência a equipamentos e "recursos materiais", a não ser do ponto de vista de sua fiscalização:

1.9.3.5 e

Ao estudar-se a concessão de financiamento para programas de expansão:

I - adotar-se-á orientação rigorosa dos programas de obras e equipamentos no sentido de evitar desperdício de recursos e assegurar a eficiência sem aparato

O que sobrou para a Universidade Brasileira a partir dessa proposta de lei?

A título de exemplo, examinando o orçamento da U.F.C. para o ano de 1984, verificamos:

¹BRASIL MEC. Idem.

Quadro 1.1.1 - Orçamento da Universidade Federal do Ceará
1984

| DESPESAS | Trilhões de Cr\$ |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Pessoal e encargos sociais | 16,433 |
| Outras despesas correntes | 2,6389 |
| Despesas de capital (incorporação de áreas físicas - Campus Universitário) | 11,153 |

FONTE: U.F.C. - Orçamento 1984.

O que restou para custeio foi portanto, apenas 8% da verba total.

No aspecto departamental a título de exemplo, a receita destinada ao material de consumo do departamento de Química Orgânica e Inorgânica, é insuficiente para a manutenção das aulas experimentais e para a compra de materiais comum de expediente e limpeza.

Quadro 1.1.2 - Orçamento do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica 1982 e 1983

| | 1982 (Cr\$1.000) | 1983 (Cr\$1.000) |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| material de consumo | 2.231 | 9.700 |
| material permanente | 398,4 | 390,7 |

FONTE: Centro de Ciências U.F.C.

No conjunto da universidade brasileira, a diminuição da receita é um fenômeno que se dissemina. Este quadro em valores reais (corrigida a inflação) nos dá uma idéia:

Quadro 1.1.3.- Verbas Destinadas ao Ensino Superior

| (Trilhões de Cruzeiros) | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|
| | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 |
| Ensino Superior | 6,3 | 7,2 | 6,2 | 3,2 |

FONTE: MEC/SESU

O argumento mais convincente é de domínio público, prescindindo pois de argumentos numéricos, ao que se soma a não vigência da Lei Calmon, já aprovada pelo Congresso Brasileiro e ainda não regulamentada e posta em prática.

Completando a descrição da crescente rarefação de recursos, resta citar o que ocorreu com os fundos que atendiam de fora da universidade, embora parcamente, as exigências modestas de sua pesquisa.

Os auxílios para investigação provinham sobretudo do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) administrados pela FINEP. O quadro a seguir mostra a evolução destes recursos.

Quadro 1.1.4 - Evolução do FNDCT

| | (Valores em milhões de cruzeiros) |
|--------|-----------------------------------|
| <hr/> | |
| 1981 - | 120 |
| 1982 - | 100 |
| 1983 - | 80 |
| 1984 - | 40 |

Relação FNDCT/Orçamento da União

1975 - 1,1%

1980 - 0,6%

1984 - 0,2%

Orçamento da União para Ciência Tecnológica/PIB

1979 - 0,65%

1982 - 0,4%

1984 - 0,2%

FONTE: NUSSENZVEIG, M. Ciência Hoje, 3, 13, p. 101, 1984.

1.2. A Didática Disponível

Sem precisar investigar o óbvio com medidas quantitativas, pode-se dizer sem risco de errar, com base em considerações de autores como Thiollent e Brandão, que, não só entre os professores de química, mas no conjunto de nossos professores universitários, são três as posições mais comuns com respeito à didática:

- distanciamento, como se ela não existisse;
- descrédito de sua eficácia;
- utilização sem entusiasmo ou de maneira formal.

Sobretudo porque, como o diz Thiollent,

através de dupla constatação a) Até hoje a didática tem sido objeto de pesquisa e de experimentação no ensino para crianças ou para adultos em situação de alfabetização ou de 'formação permanente'; no campo universitário, apesar de iniciativas localizadas (aqui se incluem os trabalhos de pesquisa em Ensino de Química comentados em ítem à parte) a didática permanece uma preocupação bastante secundária para a maioria dos docentes. b) Definida de maneira geral como conjunto de técnicas para dirigir ou orientar o ensino, a didática é problematizada principalmente por pedagogos e psicólogos que enfatizam os aspectos cognitivos, perceptivos ou comportamentais relacionados com cada tipo de técnica particular.¹

¹THIOLLENT, Aspectos Sociais de Didática Universitária: Educação e Sociedade nº 4, 1979, p. 173.

A análise da situação conduz a suposições já bem confirmadas sobre as causas prováveis:

Em primeiro lugar, parte dos professores universitários, apesar de profissionais do ensino, reage segundo a ideologia dominante, raramente se comportam fora dos ditames do senso comum, ou por outra, têm as mesmas reações dos leigos em matéria de pedagogia.

Assim sendo, na convivência prolongada com colegas nos nossos vários ambientes de trabalho, do laboratório de ensino aos corredores de congressos colhem-se com muita facilidade comentários dessa ordem, já transcritos por Brandão:¹

O professor aprende a ensinar ensinando nas condições concretas; quando o professor gosta do que faz, soma a isso uma boa dose de entusiasmo e animação que influencia sua prática e envolve o aluno possibilitando a este aprender.

Para alguns cabe à didática a responsabilidade da situação: (apud Brandão)².

- falta a ela o 'pé na realidade', contextualização ou enraizamento na realidade do nosso ensino;

¹ BRANDÃO, Z. Abordagem alternativas para o ensino de didática em A Didática em Questão. p. 53.

² Idem, p. 52.

- são receitas sem aplicabilidade na sala de aula;
- está cheia de modismos: 'trabalho em grupo', 'criatividade', 'objetivos de Bloom', cuja consequência seria de entulhar de mais tarefas ainda a vida do professor, sem resultados no ensino.

De qualquer modo, a didática transmitida nos cursos de licenciatura, ou nos cursos breves de informação sobre práticas de ensino que algumas universidades implantam para melhoria do nível docente, não se impõe com status de ciência.

E isto porque seu conteúdo está "coisificado" em temas que se isolam ou se agregam caoticamente a partir, sobretudo, dos seguintes assuntos: (apud Rays)¹.

- as principais teorias instrucionais;
- a aprendizagem na didática tradicional e na didática renovada;
- os fundamentos dos métodos e das técnicas de ensino;
- os fundamentos psicopedagógicos da nova Tecnologia Educacional;
- os principais modelos teóricos para a operacionalização de objetivos de ensino;
- princípios e normas para a seleção e a organização dos conteúdos de ensino;

¹ RAYS, O.A. Pressupostos teóricos para o ensino da Didática, in A DIDÁTICA EM QUESTÃO, Vozes, 1983, p. 40.

- funções, modalidades e instrumentos de avaliação do rendimento escolar.

Vejamos, em perspectiva, as principais correntes didáticas que permearam nosso ambiente acadêmico:

Penetrando um pouco na década de 60, temos a influência esmagadora da Didática exposta nos livros de Luiz Alves de Matos (ex-memória) que, em 1978, continuava a ser uma das treze publicações mais presentes na literatura pedagógica, segundo constatação de inquérito feito em Belo Horizonte)¹. Não como Candau a situa, isto é, não como escolanovista, mas na melhor corrente tradicionalista da didática expositiva, das motivações extrínsecas, dos planos de aula cronometrados (10 minutos de motivação) e páginas e mais páginas voltadas para o bom uso do quadro negro. Seu fruto mais representativo é o Colégio de Nova Friburgo. Como estagiária nessa instituição no ano de 1962, assisti aulas de ciência em laboratório através de kits, e vi a inauguração do uso de áudio visuais como recursos instrucionais, mas, ainda assim, os esquemas rígidos de exposição e de seqüência de laboratório eram exaltados e dogmatizados.

Os passos formais de Herbart estavam difundidos no livro de Didática Geral de Aguayo, presente nas licenciaturas.

¹Cf. CANDAU, V.M. in DIDÁTICA EM QUESTÃO, Vozes, 1983. p. 16.

De acordo com Candau, porém, na década de 60 foram se fazendo notar as primeiras exteriorizações dos impactos produzidos pelo desenvolvimento da Tecnologia Educacional, através dos primeiros usos do Ensino Programado.

Entre 1964 e 1968, período que corresponde ao auge da influência tecnocrática, reforçou-se o enfoque sistêmico, voltado sobretudo para a produtividade no processo de ensino-aprendizagem. Visava-se eficiência, racionalização, operacionalização e controle. Nessa fase, enorme ênfase é dada aos objetivos instrucionais, às diferentes taxionomias, à construção de instrumentos de avaliação, plano Keller, módulos de ensino, etc.¹

As tendências piagetianas, mais voltadas para os níveis primário e secundário, já presentes em 1963 em grupos de professores secundaristas do Ceará agrupados em torno de Lauro de Oliveira Lima, ou em núcleos posteriormente constituídos de estudos psicogenéticos no país, comumente não são citadas. Porém, no meio universitário, onde essas experiências praticamente não penetraram, a influência é pequena.

Por outro lado, parte considerável do magistério superior não se sente atraída pela didática na medida em que ela se apresenta como um corpo de técnicas e estratégias isoladas de um embasamento mais profundo além daquele constituído pelas teorias da aprendizagem, a maior parte das

¹Cf. CANDAU, V.M. in DIDÁTICA EM QUESTÃO, Vozes, 1983, p. 18.

vezes bastante mal apresentadas. Sua única ciência de apoio é sem dúvida a psicologia. Essa psicologia do conhecimento não se baseia nem se enriquece com uma visão epistemológica. Acresce que as propostas técnicas da didática não são nutridas por um referencial teórico que explicita o nexo entre essas práticas e a filosofia e a política que informam a perspectiva educacional a que servem. Constituem, por essa falha, mais um acervo de receitas, que se pega ou se larga sem maiores consequências para ninguém.

Alguns autores (Thiollent)¹ trazem à discussão o sempre presente binômio da aula expositiva versus ensino livro-texto. Sem dúvida alguma, sobretudo depois da expansão das matrículas, são estas as modalidades de prática de ensino mais viáveis, e por isso mais frequentes.

Há quem defenda, como Saviani, o recurso ao velho esquema dos "cinco passos formais" de Herbart, como um dado de tradição por onde caminhariam com mais segurança os professores, já que fatalisticamente as circunstâncias não lhes permitem estruturas compatíveis com inovações didáticas. Antes um velho método já comprovado, e com o qual fomos ensinados, que outros (escola ativa) mal assimilados e carentes de apoio logístico.

Quanto ao ensino por livro há o que distinguir entre as áreas das ciências humanas e das ciências exatas.

¹THIOLLENT, M. Educação e Sociedade 4, 1979, p. 125.

Nas primeiras, pode-se franquear ao aluno o acesso aos textos originais dos autores; nas ciências físicas, o contato direto com a produção científica nas publicações originais é impraticável no nível de graduação, por carecerem os alunos do acervo de conhecimentos e do domínio de línguas estrangeiras necessárias à sua compreensão. Os trabalhos são codificados para permearem o mais rapidamente possível o meio científico nacional e internacional.

Resta então aos estudantes de ciências a aprendizagem pelo ensino-leitura (Thiollent)¹.

O professor, nessa trilha, passa a ser de certo modo o intermediário entre o aluno e o livro-texto. Suas aulas são a explicação das dificuldades do livro; sua lista de problemas é aquela escolhida pelo autor e seu próprio programa é, muitas vezes, a tábua da matéria do manual escolhido.

A escolha do livro-texto está condicionada a fatores como: disponibilidade, preço, afinidade programática com o professor...

Não se pode excluir como atividade discente o estudo através dos livros-texto. Mas seu uso depende de determinadas idéias diretrizes que podem torná-lo um bom instrumento de ensino, desde que valorizado por uma filosofia adequada e combinado a outros recursos instrucionais.

¹THIOLLENT, M. id *ibid*, p. 123.

A partir de 1970, continua Candau, aparecem as críticas à didática:

a denúncia da falsa neutralidade do técnico e o desvelamento dos reais compromissos políticos sociais das afirmações aparentemente 'neutrais'; a afirmação da impossibilidade de uma prática pedagógica que não seja social e politicamente orientada, de uma forma implícita ou explícita.¹

Nesse momento "alguns autores chegaram à negação da própria dimensão técnica da prática docente".²

Essas idéias não tomaram corpo no ambiente da química; se alguns professavam essas perspectivas, sua voz não foi suficiente.

O que se apresenta em seguida é uma proposta de competência política associada à competência técnica. Esta será objeto de análise cuidadosa, mais adiante.

¹ e ² CANDAU, V.M. in DIDÁTICA EM QUESTÃO, Vozes, 1983, p. 19.

1.3 Questionário Sobre a Prática da Pesquisa e do Ensino de Química

O questionário sobre a pesquisa deveria possibilitar um perfil da vivência profissional do pesquisador através dos seguintes tópicos de inquirição: temas de investigação, condições de trabalho e tipos e etapas de trabalho.

Obteria assim uma lista de tarefas, atividades ou desempenhos dos pesquisadores bem como um inventário das condições que lhes foram dadas ou por eles conquistadas para produzir.

A forma usada para colher esses dados foi um questionário. Nele ao lado da descrição da atividade ou da condição de trabalho, apresentam-se três respostas alternativas: "sempre", "às vezes". Por razões óbvias não poderia exigir um "número de vezes diário, semanal ou mensal"... ou um total de horas empregado no desempenho da função, o que gerou certa dificuldade na interpretação e apuração dos resultados.

Utilizaram-se os seguintes critérios:

No que toca às condições de trabalho, foram dispostas lado a lado, num mesmo quadro, a percentagem de pesquisadores que a possuíam sempre e a percentagem daquelas as possuíam eventualmente (às vezes).

As tarefas e trabalhos foram apresentados em quadros diferentes: num deles as ações a serem classificadas

obrigatoriamente ou inevitáveis em ordem decrescente de respostas em cada item; no outro, as ações ocasionais. O critério discriminador foi a porcentagem maior de confirmações entre o "sempre" e o "às vezes". A coluna do "nunca" serviu apenas para confirmar certas suposições.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

- Temas de Investigação:

A pergunta dizia respeito ao assunto ou tema de pesquisa: 53,91% responderam "sempre" e 30,81% responderam "às vezes", declarando optar sobre um assunto compatível com a infraestrutura instrumental; 43,61% responderam "sempre" e 38,51% responderam "às vezes", declarando optar por tema financiável por agências brasileiras.

43,61% responderam "sempre" e 33,31% responderam "às vezes", declarando optar por tema que possibilitasse formação de pessoal da pós-graduação e de baixo custo.

As outras respostas estão nas tabelas a seguir:

TABELA 1.3.1

Temas de pesquisa

| Motivo da Escolha | sempre % | às vezes % | nunca % |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| continuação do tema da pós-graduação | 7,7 | 76,9 | - |
| tema tradicional do gru po de trabalho | 12,8 | 59,01 | 5,17 |
| tema novo ligado às ne- cessidades brasileiras. | 15,4 | 69,2 | - |
| assunto de importância científica de vanguar- da | 23,0 | 43,6 | 12,8 |
| tema com suporte estran geira | 2,6 | 53,8 | 28,2 |
| tema de importância se- cundária mas facilmente financiável | 7,7 | 15,3 | 48,7 |
| Outros | ----- | | |

- Condições de trabalho?

A análise neste caso visa verificar os recursos e as condições de trabalho.

Fornecerá indicadores sobre os seguintes itens:

- 1 - Recursos humanos (o grupo de trabalho e expansão)
- 2 - Infra-estrutura de apoio.

Os primeiros dados referem-se aos recursos humanos.

TABELA 1.3.2

Grupo de trabalho.

| a) Composição | sempre % | às vezes % | nunca % |
|---------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| Pessoal já existente | 4,0 | 41,0 | 2,6 |
| Alunos de Pós-Graduação | 35,9 | 43,6 | 2,1 |
| Outros pesquisadores. | 30,8 | 46,1 | 5,1 |
| Bolsistas de "iniciação científica" | 25,6 | 48,7 | 7,7 |
| Bolsistas de "aperfeiçoamento" | 12,8 | 41,0 | 25,6 |
| b) Recrutamento e Expansão | sempre | às vezes | nunca |
| Colaboração com grupo do mesmo local ou cidade... | 33,3 | 56,4 | - |
| Ampliação com bolsistas e novos alunos | 28,3 | 51,3 | 2,6 |
| Colaboração com outro centro nacional | 2,6 | 66,7 | 15,4 |
| Colaboração com outro estrangeiro | 2,6 | 48,7 | 30,8 |
| Contrato de novas pessoas | 5,1 | 41,0 | 5,1 |

O que apresento a seguir é o levantamento da infraestrutura de apoio com que conta o pesquisador. Vejamos os resultados:

TABELA 1.3.3

- Disponibilidade de apoio técnico

| | sempre % | às vezes % | nunca % |
|-------------------------|-------------|---------------|------------|
| vidreiro | 43,4 | 33,3 | 5,1 |
| eletricista | 38,5 | 7,7 | 5,1 |
| servente | 35,9 | 20,6 | 12,8 |
| laboratorista | 30,8 | 25,6 | 12,8 |
| eletrônico | 28,3 | 35,9 | 12,8 |
| auxiliar de laboratório | 28,3 | 30,8 | 20,6 |
| carpinteiro | 25,6 | 38,5 | 10,2 |
| instrumentista | 12,8 | 25,6 | 30,8 |
| mensageiro | 5,1 | 28,3 | 33,3 |

TABELA 1.3.4

- Disponibilidade de apoio administrativo

| | sempre % | às vezes % | nunca % |
|-----------------------------------|-------------|---------------|------------|
| datilógrafa | 33,3 | 28,3 | 15,4 |
| despacho de correspondência | 38,5 | 25,6 | 10,2 |
| almoxarifado | 35,9 | 17,9 | 5,1 |
| telefone interestadual | 28,3 | 38,5 | 5,1 |

TABELA 1.3.5

- Disponibilidade de apoio para manutenção

| | sempre % | às vezes % | nunca % |
|--------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| manutenção por fornecedores | 10,2 | 43,6 | 10,24 |
| manutenção por técnico próprio | 23,6 | 35,9 | 7,7 |
| aparelhagem toda em uso | 15,4 | 53,8 | 2,6 |

- Tipos e etapas de trabalho?

A relação das atividades e tarefas que constituem o trabalho de um pesquisador comporta enorme variedade de itens. O questionário procura abarcar o maior número possível, deixando sempre uma abertura para outros...

Na sua apuração, pareceu-me que só teria significado indicar as atividades que constituíssem ação obrigatória (coluna "sempre") de mais de 20%, ou ação eventual (coluna "às vezes") de mais de 50% dos respondedores.

Dessa forma, apresentamos as tabelas das respostas.

TABELA 1.3.6

- Organização e Desenvolvimento da Pesquisa

| Elaboração do Projeto | sempre % | às vezes % | nunca % |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| Controle bibliográfico para garantia da originalidade | 87,2 | 2,6 | - |
| Levantamento de pesquisadores, grupos e centros que já trabalharam no assunto | 56,4 | 35,9 | 2,6 |
| Avaliação dos recursos necessários | 82,0 | 10,2 | 2,6 |
| Cronograma de execução | 56,4 | 33,3 | - |
| Contato com pessoas grupos e centros com experiência prévia | 33,3 | 56,4 | - |
| Busca de financiamento | | | |
| Redação do projeto | 38,5 | 33,3 | 15,4 |
| Coordenação do projeto | 33,3 | 30,8 | 10,2 |
| Discussão do projeto .. | 51,3 | 33,3 | 2,6 |
| Pedido de faturas proforma | 43,6 | 38,5 | - |
| Planos de pesquisa | 71,8 | 10,4 | - |
| Coletas de preço | 17,9 | 23,0 | 5,1 |
| Correspondência com órgãos financiadores ... | 43,6 | 20,6 | 2,6 |
| Relatórios de pesquisa | 71,8 | 7,7 | - |
| Procura de fornecedores | 41,0 | 30,8 | - |

| | sempre % | às vezes % | nunca % |
|-----------------------|-------------|---------------|------------|
| Compra de material .. | 41,0 | 25,6 | - |
| Prestação de contas . | 41,0 | 28,2 | 2,56 |
| Pedido de contas | 28,3 | 5,1 | - |

Implantação e manutenção

| | | | |
|-------------------------------------------|------|------|------|
| Adaptação de aparelhos | 15,4 | 74,3 | 5,1 |
| Instalação de laboratório | 17,9 | 56,4 | 5,1 |
| Acoplamento de aparelhos | 7,7 | 66,7 | 10,2 |
| Desenho de módulos de vi- draria | 20,6 | 48,7 | 7,7 |
| Manutenção por conta própria | 12,8 | 41,0 | 23,0 |
| Estoque de reagentes ... | 23,1 | 43,6 | - |
| Controle de estoque | 30,8 | 43,6 | - |
| Compra de reagentes | 30,8 | 43,6 | 2,6 |
| Aquisição em tempo hábil | 7,7 | 64,1 | 2,6 |
| Pedido de reagentes a co- legas | 12,8 | 56,4 | 7,7 |

Processamento da informação

| | | | |
|------------------------------------------------------|------|------|------|
| Atualização de arquivo bibliográfico | 51,3 | 7,7 | 2,6 |
| Uso da biblioteca local | 53,8 | 36,9 | - |
| Pedido de separatas | 20,6 | 56,4 | 10,2 |
| Fotocópias de artigos .. | 41,0 | 17,9 | - |
| Leitura de alguns arti- gos de periódicos | 51,3 | 38,5 | 2,6 |
| Estudo crítico de traba- lhos da mesma área | 48,7 | 30,8 | 2,6 |
| Listagem de artigos de- sejados..... | 33,3 | 30,8 | 15,4 |
| Listagem de artigos ar- quivados | 25,6 | 30,8 | 25,6 |
| Listagem de resumos CA | 41,0 | 17,9 | - |
| Leitura de seções CA | 38,5 | 41,0 | 7,7 |

| | sempre % | às vezes % | nunca % |
|-----------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| Pedido de cópias no exterior | - | 64,1 | 17,9 |
| Correspondência | 23,0 | 56,4 | 2,6 |
| Visita a biblioteca fora do local de trabalho | 20,6 | 61,5 | - |
| Leitura de índices de periódicos | 23,0 | 48,7 | 10,2 |

Aperfeiçoamento profissional(reciclagem)

| | | | |
|-------------------------------------------------|------|------|-----|
| Reuniões com grupo de trabalho | 59,0 | 30,8 | 2,6 |
| Seminários sobre pesquisa | 41,0 | 46,1 | 2,6 |
| Participação em congresso (apresentações) | 51,3 | 43,6 | 2,6 |
| Participação em debates . | 15,4 | 66,7 | 5,1 |
| Conferências a convite .. | 10,2 | 64,1 | 7,7 |
| Aquisição de novos livros | 20,6 | 33,3 | - |
| Estudo de novas teorias . | 20,6 | 59,0 | - |
| Estudo de novas técnicas | 25,6 | 53,8 | 2,6 |

Formação de pessoal

| | | | |
|---------------------------------------------|------|------|---|
| Acompanhamento no laboratório | 87,2 | 2,6 | - |
| Transmissão de técnicas instrumentais | 71,8 | 23,0 | - |
| Revisão de textos | 71,8 | 15,4 | - |
| Discussão de resultados. | 71,8 | 2,6 | - |
| Orientação de leituras . | 64,1 | 23,0 | - |
| Verificação de cálculos | 64,1 | 23,6 | - |
| Explicação de teorias e métodos | 58,8 | 30,8 | - |

| Registros e publicações | sempre % | às vezes % | nunca % |
|------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| Anotações em diários de laboratório | 59,0 | 7,7 | - |
| Redação de artigos | 56,4 | 28,2 | 2,6 |
| Revisão de artigos | 53,8 | 20,6 | 2,6 |
| Versão de textos para língua estrangeira | 53,8 | 20,6 | 2,6 |
| Outras atividades | | | |
| Interpretação de gráficos | 71,8 | 12,8 | - |
| Consulta a tabelas | 69,2 | 17,9 | - |
| Cálculos | 51,3 | 35,9 | - |
| Plotagem de dados | 51,3 | 39,8 | 5,1 |
| Medidas instrumentais .. | 51,3 | 28,2 | 5,1 |
| Preparo de soluções | 30,7 | 41,0 | 7,7 |
| Pesagem | 30,7 | 33,3 | 7,7 |
| Lavagem de vidraria | 25,6 | 46,1 | 10,2 |
| Sínteses | 25,6 | 41,0 | 12,8 |
| Purificação de reagentes | 25,6 | 38,5 | 15,4 |

Finalmente, chegamos ao que pensa o pesquisador sobre a relação ensino-pesquisa:

A julgar pelas respostas ao questionário, temos:

TABELA 1.3.7

Relação Ensino-Pesquisa

| | SIM % | NÃO % |
|------------------------------------------------------|----------|----------|
| Atividades conflitantes | 12,8 | 76,9 |
| A pesquisa enriquece o ensino | 87,2 | 5,1 |
| O ensino torna realista a pesquisa | 59,0 | 23,0 |
| Deviam estar separados em funções diferentes..... | 12,8 | 76,9 |
| Outras observações ou comentários. | - | - |

Considerando que os questionários foram aplicados em pessoas que são indiscutivelmente pesquisadores, é significativo o percentual de 12,82% de respostas que apontam um conflito entre o ensino e a pesquisa, uma vez que a população que se dedica predominantemente ao ensino já confirma, por sua própria prática, que são funções dissociadas.

Por outro lado, a tendência é achar que a pesquisa beneficia mais ao ensino (87,2%) que vice-versa apenas 55,0%. Reconhecem no ensino uma vantagem.

A falta de outros comentários mais livres pode in-

dicar a despreocupação com o problema, ou que se julga a própria situação inevitável.

A diferença mais significativa entre as instituições que faziam pesquisa anterior à Lei e as outras, é que nas primeiras há infra-estrutura de apoio implantada: mecânico, vidreiro, etc.

Conclusões Gerais

- 1 - A maioria dos pesquisadores não conta facilmente com uma equipe permanente de trabalho;
- 2 - A maioria dos pesquisadores carece de apoio técnico, administrativo e de manutenção permanente;
- 3 - A elaboração de projetos, a busca de financiamento, e grande parte das tarefas burocráticas e administrativas daí oriundas, ocupa obrigatoriamente o tempo considerável da maioria dos pesquisadores;
- 4 - A busca de informações é uma tarefa obrigatória e dominante dirigida mais a assuntos da especialização que a assuntos gerais;

- 5 - Como intercâmbio cultural, a forma mais comum são os congressos, pouco se recorrendo à correspondência;
- 6 - A sedimentação do trabalho ocorre na maioria das vezes em reuniões de discussão em grupo;
- 7 - A pesquisa brasileira é bastante voltada para a formação de recursos humanos; toda a série de ocupações destinada à forma profissional está bem aquinhoadada, com índices muito altos de tarefas obrigatórias (de 58,97 a 87,17).

Além do mais a temática preferida privilegiou significativamente a formação de recursos humanos, colocando em terceiro lugar, à pouca distância das duas primeiras, a preferência por tema que possibilite a formação de pessoal de pós-graduação...

- 8 - Pelas respostas, vê-se também que o pesquisador tende a um comportamento realista, escolhendo temas exequíveis nos limites de sua infraestrutura instrumental, sem ceder às tentações do vanguardismo.

Por outro lado, fica sujeito à imposição externa da temática facilitada pelo governo através de financiamentos, perdendo portanto sua auto-

nomia acadêmica e científica de determinação da prioridade dos diversos assuntos.

- 9 - O registro e as publicações, entre as quais aquelas destinadas à imprensa científica estrangeira, ocupam parcela ponderável do tempo do pesquisador.

O questionário sobre o ensino visava colher informações sobre a prática do ensino de química no meio universitário. Permitiu-nos uma visão contextual dos seguintes pontos:

- 1 - Preparação e planejamento de aula
- 2 - Preparação de material instrucional
- 3 - Métodos e estratégias de ensino
- 4 - Participação dos alunos na programação, na escolha do método e na avaliação
- 5 - Aplicação de material bibliográfico
- 6 - Atendimento pessoal ao aluno
- 7 - Participação do docente em órgãos colegiados e associações profissionais
- 8 - Produção de pesquisa em química e em ensino de química
- 9 - Autocrítica
- 10- Avaliação da aprendizagem
- 11- Posicionamento em relação a correntes pedagógicas

Assim como na parte anterior, foram computadas as respostas que atingiram na coluna "sempre" o nível de 20% dos inquiridos e, na coluna "às vezes" o nível de 50%.

Algumas vezes faço comentários sobre níveis baixos de determinadas respostas porque a ausência da ação no item em pauta é relevante no delineamento do perfil de comportamento genérico do docente. Esses itens excepcionais quanto à pouca frequência, estão também incluídos nos quadros e assinalados com asteriscos.

TABELA 1.3.8

Preparação e Planejamento de Curso

| Preparação e planejamento de curso | sempre % | às vezes % | nunca % |
|---------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| - Planejamento de aula por escrito | 79,5 | 10,2 | 5,1 |
| - Estudo do assunto da aula | 71,8 | 10,2 | - |
| - Anotação do conteúdo de aula | 64,4 | 5,12 | 2,6 |
| - Leitura de manuais recém-publicados | 38,5 | 53,8 | - |

TABELA 1.3.9

Preparação do Material Instrucional

| Preparação do material instrucional | sempre % | às vezes % | nunca % |
|------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| - Organização de lista de problemas | 56,4 | 41,02 | - |
| - Listagens bibliográficas | 41,0 | 48,7 | 5,1 |
| - Elaboração de guias laboratórios | 30,8 | 56,4 | 5,1 |
| * - Fornecimento de fotocópias de artigos extras | 7,7 | 56,4 | 20,6 |
| * - Preparação de material áudio-visual | 17,9 | 43,6 | 5,1 |
| - Elaboração de roteiros para aulas experimentais | 25,6 | 59,0 | 10,2 |
| - Tradução de livro-texto (passado) | 23,0 | 30,8 | 41,0 |
| * - Elaboração de problemas | 12,8 | 64,1 | 17,9 |
| * - Tradução de livro-texto (atual) | 2,8 | 5,1 | 48,7 |
| * - Produção de estudo dirigido | 10,2 | 12,8 | 38,4 |
| * - Produção de livro texto | 10,2 | 7,7 | 17,9 |
| * - Produção de instrução programada | 10,2 | 5,1 | 41,0 |

TABELA 1.3.10

Aplicação de Material Bibliográfico

| Aplicação de Material bibliográfico | sempre % | às vezes % | nunca % |
|---------------------------------------------|----------|------------|---------|
| - Discussão sobre livro-texto com colegas | 35,9 | 56,4 | 5,1 |
| - Discussão sobre livro-texto com os alunos | 23,0 | 25,6 | 43,6 |
| * - Aplicação instrução programada | 7,7 | 43,6 | 38,5 |
| * - Aplicação de ensino individualizado | 10,2 | 43,6 | 33,3 |
| * - Aplicação de livro-texto único | 2,6 | 17,9 | 61,5 |

TABELA 1.3.11

Métodos e Estratégias de Ensino

| Métodos e estratégias de ensino | sempre % | às vezes % | nunca % |
|------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| - Ensino centrada na aquisição de conceitos e suas interrelações | 89,7 | 10,2 | - |
| - Aulas expositivas com participação dos alunos | 71,8 | 28,2 | - |
| - Utilização de questões polêmicas | 69,2 | 31,8 | - |
| - Apresentação de vários enfoques conceituais | 59,0 | 33,3 | - |
| - Relacionamento dos temas com o cotidiano | 56,4 | 43,6 | - |
| - Discussão em grupo | 48,7 | 51,3 | - |
| - Discussão sobre problemas e questões polêmicas | 46,1 | 51,3 | - |
| - Transmissão técnicas de instrumentação | 41,0 | 38,5 | - |
| - Ensino valorizativo de detalhes e informações específicas | 38,5 | 43,6 | 7,7 |

TABELA 1.3.12

Participação dos Alunos

| Participação dos alunos | sempre % | às vezes % | nunca % |
|----------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| - Quanto ao método de ensino | 30,7 | 56,4 | 12,8 |
| - Por solicitação | 20,6 | 43,6 | 28,0 |
| - Na programação (por aceitação) | 20,6 | 48,7 | 28,2 |
| - Na verificação da aprendizagem (aceitação) | 20,6 | 71,8 | 7,7 |

TABELA 1.3.13

Atendimento Pessoal aos Alunos

| Atendimento pessoal aos alunos | sempre % | às vezes % | nunca % |
|--------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| - Orientação bibliográfica | 84,6 | 12,8 | 2,6 |
| - Resolução de dúvidas | 82,0 | 10,2 | 2,6 |
| - Revisão de provas | 76,9 | 17,9 | 5,1 |
| - Correção de relatórios | 43,6 | 43,6 | - |
| - Orientação profissional | 41,0 | 53,8 | 5,1 |
| - Correção de dados experimentais | 41,0 | 30,8 | - |
| - Informações sobre problemas científicos que colhem no meio | 33,3 | 61,5 | - |
| - Atendimento a assuntos pessoais | 33,3 | 53,8 | 10,2 |

TABELA 1.3.14

Participação em Órgãos Colegiados

| Participação em órgãos colegiados | sempre % | às vezes % | nunca % |
|--------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| Departamento | 53,8 | 20,6 | 7,7 |
| Conselhos | 35,9 | 38,5 | 12,8 |
| Comissões | 43,6 | 48,7 | 2,6 |

TABELA 1.3.15

Participação em Associações Profissionais

| Participação em associa- ções profissionais | sempre % | às vezes % | nunca % |
|---------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| Associação de docentes | 41,0 | 23,0 | 25,6 |
| Sociedade Brasileira de Química (SBQ) | 41,0 | 35,9 | 15,4 |
| Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) | 38,5 | 46,1 | 5,1 |
| *Associação Brasileira de Química (ABQ) | 7,7 | 25,6 | 43,6 |

Produção

TABELA 1.3.16

| Produção | sempre % | às vezes % | nunca % |
|------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| Artigos para periódico nacional | 51,3 | 12,8 | 17,9 |
| Artigos para periódico estrangeiro | 41,0 | 20,6 | 17,9 |
| Relatórios | 51,3 | 15,4 | 5,1 |
| Pesquisa sobre ensino de química | 20,6 | 10,2 | 33,3 |

Autocrítica

TABELA 1.3.17

| Autocrítica | sempre % | às vezes % | nunca % |
|--------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| - Exercício de autocrítica das aulas | 82,0 | 5,1 | 5,1 |
| - Solicitação da crítica dos alunos | 46,1 | 41,0 | 7,7 |
| - Solicitação da crítica dos colegas | 33,3 | 41,0 | 15,4 |

Avaliação de Aprendizagem

TABELA 1.3.18

| Avaliação da aprendizagem | sempre % | às vezes % | nunca % |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| - Avaliações estatísticas do rendimento do ensino | 35,9 | 41,0 | 10,2 |
| - Revisão do próprio comportamento profissional em face do baixo rendimento das turmas (30% c/ média 4) | 59,0 | 28,3 | 2,6 |

Adoção de Linha Didática

TABELA 1.3.19

| Adoção de linha didática | sempre % | às vezes % | nunca % |
|--------------------------|-------------|---------------|------------|
| | 35,9 | 17,9 | 2,6 |

TABELA 1.3.20

Utilização de Polêmica

| | sempre % | às vezes % | nunca % |
|---------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| 1 . Ativação de polêmica em classe | 64,2 | 30,8 | - |
| 2. Proposição de questões polêmicas | 46,1 | 53,8 | - |
| 3. Estímulo a discussão em grupo | 48,7 | 51,3 | - |
| 4. Discussão sobre o livro-texto com alunos | 23,0 | 25,6 | 17,9 |
| 5. Discussão sobre o livro-texto com colegas | 35,9 | 56,4 | 5,1 |
| 6. Desenvolvimento de auto-crítica | 82,0 | 5,1 | 5,1 |
| 7. Solicitação de crítica das aulas aos colegas | 33,3 | 41,0 | 5,1 |
| 8. Solicitação de crítica das aulas aos alunos | 46,1 | 41,2 | 7,7 |
| 9. Discussão do projeto de pesquisa com equipe | 41,0 | 17,9 | - |
| 10. Discussão do projeto com agência | 23,0 | 46,1 | - |
| 11. Discussão dos resultados da pesquisa com pessoal engajado | 71,8 | 5,1 | - |
| *12. Participação em debates (congressos) | 10,2 | 66,7 | 7,7 |
| 13. Estudo crítico dos trabalhos da mesma área | 23,0 | 33,3 | 2,6 |

Das respostas aos questionários, poderiam se retirar algumas generalizações expressas a seguir.

Os aspectos bons da tradição continuam cumpridos. A maioria dos nossos professores estudam o conteúdo de suas aulas com antecedência e preparam seu plano por escrito (71,92% e 79,48% respectivamente sempre o fazem).

A elaboração de material instrucional ainda não faz parte de suas principais atividades. Enquanto que, a maioria organiza lista de problemas já redigidos, ou, já existentes, (56,41% sempre e 41,02% às vezes) poucos os elaboram (12,84% e 64,10%) costumeiramente.

Conquanto a tradução de textos tenha acontecido (entre passado e presente 25,5% já o vem fazendo) de maneira relativamente alta, tendo em vista a tarefa espinhosa e mal remunerada que essa é; nenhuma produção original, seja de livro-texto, estudo dirigido ou instrução programada atinge, mais do que 10,24%, como sendo uma ocupação habitual. A faixa de produção menos baixa, cabe aos roteiros de aulas experimentais que ultrapassam 25% de respostas, dentre os que os fazem sempre.

Embora a maioria afirmasse possuir linha didática própria a ausência de indicações sobre a orientação preferencial, não permite situar as "ações" listadas dentro de uma filosofia pedagógica. Pode-se porém arriscar, sem muito temor de erro, que os cursos são dados dentro da tradição expositiva, procurando o professor estimular o aluno

a participar de aula, com exemplificação e discussão a partir de pontos polêmicos, ou de relacionamento com o cotidiano.

São dois professores indicaram filiação a pensamentos como o de Bloom, Rogers e Piaget.

Pelo índice de transmissão de técnicas instrumentais (41,02% sempre), nem todos efetuam ensino experimental. Assim também a principal característica do ensino descritivo — ensino valorizativo de detalhes e informações específicas — não tem vez sobre o enfoque que privilegia a aquisição e interrelação de conceitos (38,46% versus 89,74%).

Um fato que merece atenção é a recusa formal da adoção de um livro texto único. Apenas 2,56% o fazem sempre; e 6,53% nunca o faz. Se isso de um lado, pode ser indicativo de abertura para uma consulta bibliográfica múltipla, pode também ser sintoma da dificuldade em utilizar o livro-texto como um instrumento didático de coerência metodológica obrigatória, para sua plena eficiência. Caberia melhor então um bom tratado exaustivo, cuja estilização didatizadora fosse acrescentada pelo próprio professor.

Há bom atendimento dos alunos na maioria dos itens dessa rubrica. Os materiais instrucionais, do tipo audiovisual, são inteiramente desconsiderados; as estratégias, como instrução programada e outras de ensino individualizado, não teem nenhuma aceitação.

Para começar a recolher informações sobre a utilização da polêmica como prática educativa e epistemológica, separei numa tabela à parte todas as respostas que tinham alguma relação com ela. Pelo que se vê a maioria, espontaneamente aceita-a e promove-a em alguma situação acadêmica sendo as mais frequentes:

- auto-crítica (polêmica consigo próprio);
- entre alunos nas classes;
- entre o grupo de trabalho de pesquisa, sobre a mesma.

A preocupação com o rendimento do ensino está presente, uma vez que 58,97% sempre procuram verificar sua falha no processo de ensino ao lado dos 28,26% que o fazem "às vezes". As duas categorias juntas cobrem quase toda a população de respondedores.

A participação contínua em conselhos e comissões é da ordem de 40,0%, o que é bastante alta. A frequência nos eventos da SBQ é bastante significativa como sociedade preferida. Enquanto que a ABQ é evitada por 43,58% dos inquiridos.

A produção escrita tem destinação quase exclusiva para artigos de pesquisa em química.

A pesquisa sobre ensino de química tem um baixo atendimento. Como preocupação permanente pega apenas 20,57% dos informantes e 10,24% com ela se ocupam, ocasionalmente. 33,3% revelam que nunca a fazem.

1.4 O Livro Didático de Química

Procedi a um levantamento por consulta sobre os livros texto adotado pelos professores de alguns cursos de Química (restrito às disciplinas básicas de química dos cursos de Química Industrial e Engenharia Química e Licenciatura) de determinadas universidades bastante representativas, que fornecessem uma boa amostragem. Foram elas: Universidade Federal do Ceará (UFC), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ), Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), Universidade Federal Fluminense (UFF) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

A lista no Quadro 1.4.1 apresenta uma relação por ordem dos manuais mais indicados para os menos indicados. São aqueles citados mais de uma vez foram registrados. Não foram levados em conta os livros adotados em disciplinas como "Tópicos", cuja bibliografia se dispersava muito, devido à diferenciações locais de conteúdo.

O Quadro 1.4.1 é bastante significativo e merece alguns comentários.

Em sua maioria quase absoluta, os livros são de autores estrangeiros, com predominância de autores americanos. Em grande parte já foram traduzidos por professores universitários brasileiros. Como exceção integram-na também dois autores nacionais e um russo.

A maioria dos livros foi escrito entre 1959 e 1978,

considerando-se a data da edição original no caso das tra
duções.

Embora os livros de exercícios, e os manuais de la
boratório ou de estudo dirigido não costumem ser citados nas bibliografias oficiais, isso não indica que não sejam utilizados; são simplesmente omitidos.

Lamento a freqüência de traduções empreendidas por professores, grande parte dos quais figura entre os melhores mestres e pesquisadores. Significa lamentável perda de tempo, sujeição a uma baixa remuneração (às vezes quase o mesmo preço de uma lauda datilografada) e o fortalecimento das multinacionais do livro, pois ainda são poucas as editoras universitárias ou nacionais.

Só o catálogo de 1984 da editora Blücher da USP, entre 36 (trinta e seis) títulos anunciados, arrola menos de 32 (trinta e dois) livros traduzidos por professores pertencentes ao corpo docente do Instituto de Química da USP.

Reunidos em grupo, talvez com um consumo pouco maior de tempo, teriam produzido bons livros-texto nacionais com linguagem, exemplos e ilustrações mais próximos do nosso aluno.

Observe-se que dentre os livros citados, como no caso de Alinger e Cotton, os vários autores pertencem a di
ferentes universidades e são até de países diferentes. No Alinger (nome de guerra do manual) reuniram-se seis co-au

tores. Dentre os consultores, revisores ou especialistas, estão inúmeras outras instituições universitárias representadas pelos professores da área.

Já é hora, no Brasil de os professores e pesquisadores se lançarem à dura mas necessária tarefa de produzir livros-texto nas áreas básicas da química.

A química, como também a física e a biologia, não tem promovido em sua tradição de ensino a ida do aluno aos textos originais. Estes textos, além de detalharem os aspectos controversos dos problemas e as nuances metodológicas e experimentais são, sobretudo os mais recentes, escritos de maneira codificada, de tal modo, que só o aluno de pós-graduação começa a ter condições de "traduzí-los", diferentemente do que ocorre na área das ciências humanas, em que os alunos entram em contato com os autores muito mais cedo.

Seria difícil discriminar, nesse costume de não re-meter ao original, o que existe de censura, aquela sustentada pela velha tradição do professor "mastigante", para quem o aluno se indigestaria com o texto científico, e o que existe de prudência no dosar a grande massa de informação que é divulgada. O livro-texto de certa forma cumpre a tarefa de selecioná-la organizá-la passando aos alunos a ciência em questão "normal" e normalizada. (Kuhn)

É interessante notar o enfoque didático dessas obras.

Pela organização do conteúdo vê-se se um livro é

do estilo dos tratados — aquele que apresenta os assuntos segundo a seqüência ditada pela suposta lógica científica: do elemento para o todo, dos fundamentos para as aplicações etc. —, ou se é do tipo da obra didatizada em que a seqüência se prende a uma diretriz psicopedagógica (psicogenética, por exemplo, do sincrético para o sintético, como os que começam pelos gases e chegam à teoria atômica e estrutura molecular). Ou se constitui, finalmente, uma seqüência mista fundada em alguma conveniência didática surgida da prática de ensino do autor.

A maioria dos livros-texto pertence à terceira categoria. Mas tudo indica, que uma parte do professorado, não se identifica com a proposta didática do autor, fragmentando a coerência pedagógica de obra ou usando-a como se fosse um tratado para consultas. Essa suposição está implícita na resposta ao questionário sobre ensino, quando se afirma a adoção de livro-texto, mas não livro-texto único.

É importante citar que 63% dos manuais já datam de mais de 10 anos.

Cabe formular a pergunta: por que não há livros-texto nacionais?

Não ousou tentar uma explicação cabal. Acredito que, entre outras razões, estão:

- os professores são instados a traduzir pelas editoras, que lhes vão bater à porta, embora também

- sejam convidados a produzir;
- há no professor-pesquisador nacional a idéia de que seu livro demandaria um esforço muito grande e não poderia ser melhor que o de um professor americano ou inglês, que lhe dá a sensação de que empreendê-lo constituiria um esforço enorme e inútil. Aliás, em nome da justiça diga-se que o professor de química, conscientemente ou não, pode ser suscetível ao fato inegável de que a ciência química, até o início deste século, foi toda produzida fora do nosso contexto cultural. Quando um americano, francês ou inglês escreve um compêndio de química, trata de leis, teorias e descobertas que se originaram de seu ambiente cultural. Daí um insidioso distanciamento que solapa o impulso de divulgação cultural de fatos alienígenas. Todo aquele conhecimento nos precedeu. Ele nos serve. Mas só a partir do momento em que produzimos com eles fatos científicos é que nos sentiremos à vontade para organizá-los;
 - o professor não tem estrutura de apoio: comunicador visual, datilógrafo disponível, referência bibliográficas, tempo livre para elaborar novos experimentos e retirar novos capítulos dos artigos de revisão;
 - o pagamento dessa pesadíssima tarefa dá-se após

a edição do livro sob a forma de direitos autorais, o que ainda exigiria dele uma tarefa de comercialização e propaganda; (a tradução, embora muito mal remunerada, é paga por página, logo após a produção);

- falta de estrutura organizacional para ir testando os capítulos do livro com alunos num curso regularmente oferecido, cuja responsabilidade lhe caiba permanentemente (algumas vezes, em cada semestre o professor universitário ministra uma disciplina diferente, pelo sistema de rodízio).
- a redação de um livro de ensino não dá ao mestre as mesmas gratificações acadêmicas que a de matéria sobre pesquisa para periódicos.
- a falta de contacto maior com livros-texto produzidos em outros países: franceses, russos, italianos, etc., não lhe permite comparar nuances de especificidade que expressam a adaptação de um livro à nacionalidade dos alunos, ou as características culturais de um povo.

Quadro 1.4.1

Livros-Texto Mais Usados Em Disciplinas de Graduação de
Química

| DISCIPLINA | AUTOR | EDIÇÃO ORIGINAL | TRADUZIDA NACIONAL | EDITOR |
|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------|
| Química Geral | Pimentel | 1971 | 1974 | Edgard Blucher (USP) |
| | Masterton Solowski | 1977 | 1978 | Interamericana |
| | Quagliano | | 1979 | Guanabara 2 |
| | Slabaugh | | 1974 | Livros Técnicos Científicos |
| | Mahan | 1966* | 1972 | Edgard Blucher (USP) |
| Química Inorgânica | Cotton e Wilkinson | | tradução | Edgard Blucher (USP) |
| | Lee | 1973 | " | Edgard Blucher (USP) |
| | Lagowski | 1973 | | M. Dekker |
| | Ohlweiler | 1971 | nacional | Edgard Blucher (USP) |
| Química Analítica | Ohlweiler | 1974 | nacional | Livros Técnico Científicos |
| | Alexeyev | 1980 | | Mir |
| | Kolthof | 1967 | | Collier MacMillan |
| | Vogel | 1962 | | Longmans |
| | Ewing | 1969/1972 | tradução | Edgard Blucher (USP) |
| | King | 1959 | | Harcourt Brace & Norld |

| | | | | |
|------------------|-----------------|---------------|----------|-----------------------------|
| Físico-Química | Castellan | 1971/1972 | tradução | Ao Livro Técnico |
| | Moore | 1972/1976 | " | Edgard Blucher (USP) |
| | Barrow | 1976 | " | Reverte |
| | Pila | 1979 nacional | 1979 | Livros Técnicos Científicos |
| Química Orgânica | Alinger | 1976/1978 | | Guanabara 2 |
| | Morrison e Boyd | 1966/1967 | | Fund. Caloreste Gulton |
| | Solomons | 1978/1983 | | Ao Livro Técnico |

FONTE: Consulte a UFC/UFF/UFRJ/UERJ/PUC-RJ.

Entrevistando o Prof. Delmo Santiago, autor de um texto de química analítica, sobre as principais dificuldades encontradas na publicação e elaboração de livros didáticos de nível superior no Brasil, ele apontou a parte técnica da impressão da obra, cujos erros perduram apesar de contínuas revisões; como também a dificuldade de comercialização do livro.

Caberia porém ao autor nacional em potencial uma outra área lacunar de enorme importância: livros com propostas de trabalhos experimentais e de trabalho ou estudo dirigido. Dessas duas categorias, já existem alguns.

Eles têm a importante função de tornar o livro-tex

to mais plenamente aproveitado pelo aluno. Facilitam passagens de pouca clareza, fortalecem áreas com poucos exercícios; dão continuidade conceitual a pontos em que o livro adotado é omissivo. A professora Arigelinda Pereira da Costa é autora de um desses livros. Sua aplicação ao seu curso de Química Geral na UFRRJ trouxe um aumento considerável do aproveitamento da turma e deu-lhe um método de estudo bem ao gosto do nosso estudante. (apud. entrevista). Essa iniciativa, que teve origem no ano de 1982, é no momento objeto de pesquisa de autores como Weltner¹ na Alemanha que, após vários textos sobre teoria da aprendizagem, dedica-se agora à produção de livros intermediários entre o texto básico e o aluno, ou seja, uma espécie de guia de trabalho que se propõe a ensinar a estudar.

Existem também monografias embora ainda em número insuficiente sobre tópicos teóricos e instrumentais de autores nacionais. Todas são fruto de experiência e vivência de ensino e pesquisa na Química que lhes deixam à vontade para redigir textos. O que falta também é a abertura para um espectro maior de assuntos e alguma contribuição na área da história da química com o enfoque epistemológico. A produção química em expansão e confirmação no Brasil já se sobrepõe ao argumento de que a química foi produzida fora, o que foi verdade até o século XX. Contudo, nossa produção atual de química enquanto ciência, já permite dominar os

¹WELTNER, K. The measurement of verbal information in Psychology and Education, Berlin, Springer Verlas, 1977.

princípios e as técnicas em áreas especializadas, donde naturalmente poderão surgir monografias que atenderão tanto à pesquisa quanto ao ensino.

Em sua maioria esmagadora, os livros mencionados são americanos e ingleses. Sô dois autores nacionais são citados em 3º ou 4º lugar: Oto Alcides e Pila.

Grande parte dos livros são traduzidos por professores pesquisadores nacionais. Como já mencionei, este facto me parece lamentável. Além das razões já alegadas, atinentes ao professor, priva o aluno da leitura do original. Facilita, por eliminar os obstáculos que a língua estrangeira pode representar, porém a capacidade de ler textos em inglês é necessária à comunicação científica atual. Acredito que esse trabalho de tradução, por maior boa vontade que envolva, constitui um esforço em parte, desperdiçado. Os tradutores são em sua maioria professores cujo nível lhes permitiria, tanto no ensino como na pesquisa, a produção de bons textos originais. Acresce que, por serem pesquisadores e professores em grandes universidades, a perda é dupla.

1.5. Pesquisa sobre o Ensino de Química

Julgamos necessário retrair, em virtude do seu significado, a trajetória da pesquisa sobre ensino de química no Brasil.

Antes da década de 80, Ciência e Cultura ou publicações IBCEC, já trariam, de forma dispersa, artigos sobre o assunto. Professores, como Isaías Raw e Ernesto Giesbrecht, participavam de programas de melhoria de ensino e até mesmo representavam o Brasil nas comissões de educação da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC). Contudo, pelo significativo número de pessoas envolvidas, prefiro estabelecer como marco referencial dessa trajetória o 1º Encontro Nacional Sobre Ensino de Química, realizado por ocasião da SBQ em Campinas, em 1982. Daí para cá foi-se avolumando a presença das comunicações e trabalhos em torno desse assunto, até nos Encontros Regionais da SBQ.

Para analisar o interesse por essa linha de pesquisa, fiz uma análise das comunicações e artigos desde então publicados na revista Química Nova.

Os pesquisadores anglo-saxões foram os primeiros a utilizar a expressão educação química. Com isso distinguem os aspectos relativos à instrução (a que chamam de ensino) dos aspectos globais do desenvolvimento, que incluem além das informações, todo o conjunto de atitudes, hábitos, práticas, comportamentos, etc, que seriam desig-

nados como educação química. Entre nós, há o hábito de incluir no ensino todos os objetivos do que eles chamam de educação química.

Kempa¹, na VII Conferência sobre Educação Química (IUPAC) descreveu a evolução do conceito através dos trabalhos de pesquisa internacionais. Observou que, num primeiro estágio, a educação química dava ênfase "ao treinamento dos futuros químicos". Nessa concepção, o que se tinha era a educação dentro da química, sendo importante salientar as diferentes facetas no âmbito dessa ciência.

Nesse enfoque (I) estão englobados vários tópicos:

- a) estudos curriculares;
- b) aspectos organizacionais;
- c) estratégias de ensino-aprendizagem;
- d) melhoria de infra-estrutura;
- e) problemas metodológicos;
- f) análise de problemas da aprendizagem;
- g) transmissão de informações.

Posteriormente, comenta ainda Kempa, os objetivos e funções foram se modificando, dando-se mais ênfase ao

¹KEMPA, in VII International Conference on Chemical Education, p. 7.

que se chamou de educação acerca da química. Nesse enfoque (II) ele apontou nova subdivisão de itens, segundo ele, até então subestimados:

- a) situação conceitual da química (desenvolvimento);
- b) o processo da química enquanto ciência (filosofia e método);
- c) impacto industrial e tecnológico;
- d) aspectos culturais da química;
- e) função social e aplicações.

A partir dessa visão foi que classificamos, após analisá-los, as comunicações e os artigos publicados sobre o ensino de química, tal como os apresentamos, nos Quadros

A reflexão sobre o conteúdo dos resumos e artigos, ressaltando-se as limitações impostas aos primeiros por seu caráter sumário, permitiu chegar a uma primeira ordem de considerações;

1. A julgar pelo número de publicações e autores, há evidência de interesse crescente sobre o assunto.
2. A temática não obedece à influência de nenhuma filosofia pedagógica explícita ou didática epistemológica de natureza reflexiva e crítica; segue antes a uma linha funcionalista, atentando para soluções imediatas e paliativas;

3. A temática não é fundamentada em problematização e, quando o é, não se estabelecem hierarquias e prioridades entre os problemas;
4. Como amostra das preocupações dominantes, extraímos determinadas palavras-chave, citadas no mínimo em três trabalhos, por parecerem indicativas dos problemas levantados.

Incluem-se elas em quatro categorias:

1. Ligadas ao conteúdo químico

Substância; substância pura; estequiometria; soluções; concentração; normalidade; equivalente químico; reações; energia de reações; óxido-redução; tabela periódica; ligação química; equilíbrio químico; equilíbrio iônico; eletroquímica; potencial de redução; cinética química.

2. Ligadas às disciplinas químicas

Química geral; físico-química; química orgânica; química quântica; química forense; métodos bibliográficos para a química.

3. Ligadas às fases ou etapas da vida escolar

1º grau; 2º grau; vestibular; 3º grau.

4. Ligadas à didática da química

Conceito; associação; definição; questionário; ques

tões; avaliação; motivação; estratégias-ensino; aprendizagem; criatividade; ensino experimental; livros didáticos; expressões matemáticas; variáveis; cotidiano do aluno.

5. Nota-se pela frequência da mesma temática em alguns pesquisadores, um crescente aprofundamento da investigação; isto não é contudo regra geral;
6. Embora crescente, o volume de trabalhos ainda é pequeno, se comparado aos realizados em outras áreas da química;
7. O potencial revelado está a exigir um esforço conjunto de identificação de problemas prioritários sobre os quais se dirija maior massa crítica de atenção;
8. Há uma tendência nascente, embora não explícita à interpretações de cunho epistemológico. Como exemplo disso foram destacados alguns dos títulos apresentados no Quadro 1.5.2.
9. Verifica-se a quase ausência de temas relacionados ao social, ao cultural, ao tecnológico e ao político, e, excesso de preocupação com o vestibular.

QUADRO 1.5.1

Distribuição de Pesquisas por Tema
(Comunicações)

| TEMAS | 1982 | | 1983 | | 1984 | |
|------------------------------------------------|---------|------|--------|------|--------|------|
| | (14) * | | (19) * | | (21) * | |
| | Nº | % | Nº | % | Nº | % |
| I.a) Estudos Curriculares | 3 | 13,0 | 4 | 14,3 | 5 | 13,9 |
| I.b) Aspectos Organizacio nais | 2 | 8,7 | 1 | 3,6 | - | - |
| I.c) Estratégias de ensi no-aprendizagem | 3 | 13,0 | - | 21,4 | 6 | 16,7 |
| I.d) Infra-estrutura | - | - | - | - | 1 | 2,8 |
| I.e) Metodologia | 2 | 8,7 | 5 | 17,8 | 5 | 13,9 |
| I.f) Problemas de Apre ⁿ dizagem | 2 | 8,7 | 2 | 7,2 | - | - |
| I.g) Transmissão de In- formações | - | - | - | - | 2 | 5,5 |
| II.a) Conceituação Quí- mica | 2 | 8,7 | 5 | 17,8 | 4 | 11,1 |
| II.b) Processo da Quí ^m ica | 2 | 8,7 | 3 | 10,7 | 5 | 13,9 |
| II.c) Impacto Tecnológico | - | - | - | - | - | - |
| II.d) Aspectos Culturais | - | - | - | - | - | - |
| II.e) Função Social e Apli cações | 1 | 4,4 | 1 | - | 1 | 2,8 |
| III. <u>Outros</u> | | | | | | |
| a) Educação em Geral | - | - | - | - | 1 | 2,8 |
| b) Tendência Epistemo lógica | 4 | 17,4 | 1 | 3,6 | 1 | 2,8 |
| c) Vestibular | 2 | 8,7 | 1 | 3,6 | 3 | 8,3 |
| TOTAL | 23 (**) | 100 | 22 | 100 | 36 | 100 |

OBS: (*) Número de comunicações por ano.

(**) Há pesquisas classificadas em mais de um tema.

QUADRO 1.5.2

Relação das Comunicações com Tendências Epistemológicas

04-D.2.6

AVALIAÇÃO PELOS ALUNOS DE UMA DISCIPLINA EXPERIMENTAL DE QUÍMICA GERAL A NÍVEL DE 3º GRAU. Dione Campani Chassot, Fábio Marcos Gonçalves Bohrer, Emilse Maria Agostini Martini (Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

11-D.2.6

USO DA TELEVISÃO COMO RECURSO COMPLEMENTAR NO ENSINO DE QUÍMICA: PESQUISA DE LINGUAGEM QUE DESENVOLVA A REFLEXÃO. Letícia T. de S. Parente e André de Souza Parente. (Departamento de Química Orgânica e Inorgânica - Universidade Federal do Ceará e Departamento de Química da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro).

12-D.2.6

EQUILIBRAÇÃO ENTRE OS ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS NOS DIVERSOS GRAUS NO ENSINO DE QUÍMICA. Dácio Rodney Hartwig - Departamento de Tecnologia Educacional e Sérvulo Folgueras - Departamento de Química.

14-D.2.6

UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA QUÂNTICA APLICADA À ANÁLISE DE ESTRUTURAS ELETRÔNICAS. Elson Longo e Fulvia Maria Luisa Gravina Stamato - (Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos).

01-D.2.6

UM COMPONENTE DA PESQUISA CIENTÍFICA NO ENSINO DE QUÍMICA: O CONTROLE DE VARIÁVEIS. Dácio Rodney Hartwig - (Departamento de Tecnologia Educacional, Universidade Federal de São Carlos).

13-D.2.6

ALDEIDO OU ACETONA? TOLLENS? João Augusto de Mello Gouveia Matos e Elba dos Santos Oliveira. (Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro).

07-D.2.6

MEDIDA DE ASSOCIAÇÕES DE CONCEITOS QUÍMICOS. Anna Maria P. Felicíssimo, Antonia T. Amaral, José Carlos Prado, Reiko Isuyama e Yukimo Miyata - (Instituto de Química - USP). Com a finalidade de estudar o "Método do Anel" (Schaeffé, G., Eur. J.).

14-D.2.6

QUÍMICA DO ESTADO EXCITADO ILUSTRADO ATRAVÉS DO COMPORTAMENTO FOTOQUÍMICO DO ION TRIS (ETILENODIAMINA) CRÔMIO (III) - Jailson Farias de Lima, Neyde Yukie Murakami Iha e Henrique E. Toma - Instituto de Química - Universidade de São Paulo.

15-D.2.6

PAPEL DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DA QUÍMICA. Lavinel G. Ionescu, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

FONTE: Suplemento Ciência e Cultura, julho 1982-1983-1984.

QUADRO 1.5.3

Artigos Publicados em Química Nova (1982/1984)

| ANO | AUTORES | TÍTULO | INSTITUIÇÕES |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1982 (9) | OLIVEIRA, W.A. | A Interação da Universidade com a Indústria Química | JQ - UNICAMP |
| | BELTRAN, M., SANCHEZ, SCHNETZLER, R. MARCONDES, M.E. | Emprego de um Modelo Simples no Ensino de Balanceamentos de Equações. | UNICAMP USP |
| | ATHAYDE, M.A.P. | Roteiro de Visitas. | UNICAMP |
| | BELTRAN, M.H.R., FRANCHETTI, S.M.M., MARCONDES, M.E., SCHNETZLER, R. | Proposta de um Projeto de Ensino de Química para Escola do 2º Grau. | UNICAMP USP |
| | *HARTWIG, D.R., ROCHA, F., R.C., RODRIGUES, R. | Experiências e Analogias Simples para o Ensino de Conceitos em Química - 1 - Pressão de Vapor Líquido. | UFSCAR |
| | FRASER, M.J, _____. | A Resolução de Problemas em Química. A Pesquisa em Educação Química. | |
| | FREITAS, L.C. | Pedagogia, Psicologia da Aprendizagem a quem possa Interessar. | |
| | FERREIRA, A.M.C. THOMA, H.E. | Desenvolvendo a Percepção Tridimensional através de Modelos Moleculares Acessíveis e Versáteis. | USP |

QUADRO 1.5.3 (continuação)

Artigos Publicados em Química Nova (1982/1984)

| ANO | AUTORES | TÍTULO | INSTITUIÇÕES |
|-------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1983 (4) | CHASSOT, A.I. | Análise do Desempenho em Provas de Química em Concurso Vestibular. | UFRGS |
| | * CHAGAS, A.P., AIROLDI, C. | Os Livros Textos e Alguns Aspectos da Ligação Química. | UNICAMP |
| | MAGALHÃES, G.C. | O II Plano Nacional de Pós-Graduação e a Participação da Comunidade Acadêmica e Científica. | CAPES |
| | TUBINO, M. | Determinação de Parâmetros de uma Cella Unitária. | UNICAMP |
| 1984 (4) | RODRIGUES, J.A.R., KASCHERES, C. & KOIRE, L. | Separação de uma Mistura de Isômeros por Cromatografia de Coluna. | UNICAMP |
| | FILGUEIRAS, A.L., MARQUES, E.U., MACHADO, R.M. | Confirmação de fórmulas Moleculares de Complexos Metálicos através da Análise Quantitativa por Espectro Fotometria de Fluorescência de RX. | UFMG |
| | SEIXO, L.M., GODINHO, D.E.S. | Discussão sobre o Uso de Métodos Lineares na Determinação de Volume de Equivalência de Titulações Potenciométricas. Aplicações em Experimentos Didáticos. | UNICAMP |
| | HARTWIG, D.R. | Um Procedimento para a Resolução de Problemas de Química no Ensino de 2º Grau. | UFSCAR |

2. ALGUNS ASPECTOS TEÓRICOS DA EPISTEMOLOGIA DE BACHELARD

Ao refletir sobre a ciência e descrever seu modo de ação ou de construção, o epistemólogo Bachelard, situou-se na encruzilhada entre o racionalismo¹ e o realismo.² Não acedeu, contudo, à clássica dualidade que põe essas tendências em oposição. Ao contrário, admitiu que só a alternância entre o racionalismo e o empirismo serviria ao pensamento científico.

Embora afirme, como Campbell, que a "presença da palavra 'real' é sempre um sinal de perigo de confusão no pensar", Bachelard usa inúmeras vezes esse termo. Deve-se assinalar que chama de real tudo o que existe, mas sempre adjetiva esse 'real', segundo o método pelo qual se prova a sua existência: "não será difícil mostrar que, num determinado nível, é o método que define os seres"¹.

Considerando que Bachelard não constrói nenhuma teoria do conhecimento, nem explica nenhum mecanismo do pensamento isolado, solto ou a priori, extraíndo sempre a descrição desse mecanismo da prática da ciência, seria de certo modo traí-lo enunciar suas idéias desacompanhadas das situações em que aparecem.

Quando uma noção é apreendida por meio de uma primeira experiência empírica, ele emprega na maioria das vezes unicamente os termos 'real', 'real imediato', ou realista. Assim, afirma que a ciência de Lavoisier era realista, "fundando o positivismo da balança em ligação contínua com a experiência usual". E em outro momento de sua

¹FN. p. 55.

obra, ampliando seu comentário, observa: durante algum tempo, a noção de massa foi expressa por seu conceito de quantidade de matéria determinada pelo uso empírico da balança, numa época em que esse instrumento era sobretudo um utensílio, uma vez que utilizado por usuários que não conheciam a teoria da alavanca, princípio que o fundamentava. Nesse caso o realismo que exprimia o conceito já era, porém, mais elaborado que o acervo de imagens inconscientes que se acumulara em torno da noção de massa. Essa outra primeira experiência, arcáica, arquetípica, emocional, profunda, possibilita a explicitação da noção de massa por uma via que Bachelard chama de "realismo ingênuo". Assim é que, segundo ele, a massa era concebida, através de uma metáfora, entre inúmeras outras "como uma apreciação quantitativa grosseira", como a medida da avidez de uma criança gulosa que via no fruto maior (o de maior massa) melhores possibilidades de satisfazer seu desejo. Esse "real" é referido, por ele e por outros, do domínio do irracional.

Quando a noção é apreendida por meio de uma experiência científica, Bachelard fala de "real instruído", como no caso do estabelecimento da massa de um átomo pela escola de Perrin por meio da determinação do número de Avogadro. Esse "real científico" é indireto, em contraposição ao "real" do conhecimento vulgar, considerado direto ou imediato.

Outra distinção importante é estabelecida entre o

real e o verdadeiro . Para ele, o verdadeiro "deve ser colocado em função de uma organização do pensamento que deu prova do seu valor lógico"¹. Obviamente o rigor dessa exigência só terá lugar dentro das fronteiras e na linha avançada do racionalismo, como veremos adiante.

Para Bachelard, o conceito de realidade não é unívoco, ou seja, os seres não são todos igualmente reais. Vão do real ao mais real. É o que sustenta, quando diz:

Peçamo-lhe (ao realista), mais uma vez, que arrole as provas do seu realismo e atribua coeficientes a seus diversos argumentos. Pois lhe seria muito cômodo confiar novamente num realismo totalitário e unitário e responder: tudo é real, o elétron, o núcleo, o átomo, a molécula, a micela, o mineral, o planeta, o astro, a nebulosa. (...) Do nosso ponto de vista, tudo não é real da mesma maneira (...) a existência não é uma função monotona; ela não pode se afirmar por toda parte e sempre no meso tom"².

Bachelard elegeu a energia como a entidade a que atribui a realidade máxima. E isso mediante um racionalismo que já há algum tempo, "tem um objeto real, um racionalismo que informa o caráter realístico maior. A energia é a realidade mesma, já se dizia desde o final do século XIX"³.

O realismo muda de caráter ao mudar de nível; — o

¹V.I. p. 245.

²FN. p. 54.

³Act. p. 139.

átomo de enxofre não mantêm as propriedades da substância enxofre, como, por exemplo, seus aspectos "satânicos". Essas "realidades" comuns não se prendem mais solidamente ao átomo de enxofre que suas "realidades" metafóricas. "O átomo, pelo próprio fato de ser definido por uma organização racional da experiência química, recebe um novo status ontológico"¹.

Finalmente, cabe dizer que a idéia do "real" está também muito associada ao que é natural, ou existe naturalmente, ao que é apresentado como um dado preexistente. Sob este enfoque, a função da química seria desvendar esse real, analisar o mundo material e apreender seus mais recônditos segredos. Contudo, a química caminha rumo a uma transição. Entre o real e o racional, está a fase de "realização". E o real passa a ser "um instante de uma realização bem conduzida"². Alguma coisa, ou matéria, antes não existente, passa a existir através de uma ação, de uma operação de síntese". Sem dúvida é preciso considerar "os sucessos do realismo através de todo o século XIX". "Não se passa um lustro sem que um novo corpo seja descoberto". Mas a esse programa se segue um outro, onde a ciência química não é capaz apenas de descobrir e explicar, mas também de criar. A expansão das sínteses orgânicas é um aspecto dessa maturidade, e suas consequências já legitimam

¹Act. p. 75 e 76. Apud, Ep. p. 51.

²FN. p. 15

as palavras do nosso autor: "A Natureza, querendo na verdade fazer a química, acabou por criar o químico"¹.

Todavia, mesmo situado na encruzilhada entre o realismo e o racionalismo, Bachelard privilegia o racional, e afirma: "a grosso modo, o dever de um pensamento científico corresponderia a uma normalização", o que seria, diz ele, o primeiro passo para "a transformação da forma realista em forma racionalista".

Ao apresentar suas idéias sobre o racionalismo, Bachelard toma como primeiro degrau o racionalismo clássico:

"Reclamaremos dos filósofos o direito de nos servirmos de elementos destacados dos sistemas em que nasceram (...). Será sacrilégio, por exemplo, tomar um aparelho epistemológico tão maravilhoso quanto a categoria kantiana e demonstrar o quanto ela interessa à organização do pensamento científico?"².

O racionalismo, em sua acepção mais fundamental, não seria outra coisa que o kantismo:

"uma ciência de princípios, uma doutrina de normas internas que interdiz o movimento de recorrer a princípios exteriores ao sistema, com poder organizante e capacidade de organização interna ideal para a economia da explicação"³.

¹MR. p. 33.

²FN. p. 12

³FN. p. 59.

Vejamos como essas características se manifestam na conceituação de massa proposta por Newton, que pode ser qualificada como uma proposição racionalista kantiana.

Uma ciência de princípios: "a massa será definida como quociente de força pela aceleração".

Uma doutrina de normas internas:

"É o tempo da solidariedade entre noções (...). Ao uso simples e absoluto de uma noção, segue-se o uso correlativo das noções (...). As três noções foram correlacionadas e por isso poder-se-á deduzir uma delas, não importa qual, das outras"¹.

Uma doutrina com poder organizante e capacidade de organização interna ideal para economia na explicação:

"Força, aceleração e massa se estabelecem correlativamente numa relação claramente racional, visto que essa relação é perfeitamente analisada pelas leis racionais da aritmética"².

E mais,

"uma vez estabelecida a relação fundamental da dinâmica, a mecânica tornou-se verdadeiramente racional do começo ao fim. Uma matemática especial se junta à experiência e a racionaliza; a mecâ-

¹FN. p. 27.

²FN. p. 27.

nica racional (...) permite deduções formais; abre-se sobre um campo de abstrações indefinido"¹.

Por fim: "o racionalismo newtoniano dirige toda física matemática do Século XIX". Os elementos que Newton escolheu como fundamentais: "espaço absoluto, tempo absoluto, massa absoluta, permanecem, em todas as construções, elementos simples, separados, sempre reconhecíveis". Esses elementos se tornam, assim, a base do sistema ^{de} medidas como o sistema c.g.s. E são eles que constituem "o a priori da filosofia métrica".²

Assim sendo, a "mecânica racional conquista rapidamente todas as funções de um a priori kantiano". É uma doutrina científica já dotada de um caráter filosófico kantiano'. "A metafísica de Kant se instruiu sobre a mecânica de Newton".

Bachelard explica a passagem do realismo para o racionalismo com o seguinte exemplo:

"A massa, antes de Newton, era definida como quantidade de matéria" (...). Após Newton, como um devir dos fenômenos, como um coeficiente de devir"³. E a necessidade de compreender o devir, o realismo das coisas, cedeu ao realismo das leis. Porque as leis normalizam, explicam a

¹FN. p. 29.

²FN. p. 30.

³FN. p. 28.

regulação dos comportamentos, permitem ao pensamento passar do realismo para o racionalismo, numa hierarquia mais alta. Contudo, o racionalismo próprio da ciência, segundo Bachelard, requer uma filosofia de dois pólos: um empirismo que dê base ao racionalismo, e um racionalismo que dê base ao empirismo. Nada genérico e nada apriorístico. Um racionalismo aplicado às nuances de cada situação.

Para o pensador, o racional não se constitui no abstrato, num momento prévio à ação de raciocinar. A razão se funda no próprio ato de pensar científico. E esse pensar é situacional, incidindo sobre uma construção específica. É aplicado a um problema.

Essa racionalidade que Bachelard identifica na atividade científica não tem um ponto de partida, porque não tem um ponto de chegada. Vai se desenrolando, vai se desenvolvendo, vai se reexaminando, vai se reconstruindo. É a racionalidade suficiente para o momento presente, nas condições possíveis de clareza e de verdade. Mas nunca será bastante para o futuro. E, mal acaba de ser enunciada, já é objeto de inquirição. Sua objetividade é aproximativa.

Não sendo a racionalidade que exalta solta no espaço, Bachelard a descreve pari passo a situações concretas da ciência.

O racionalismo que se depreende da ciência é, segundo sua concepção, um racionalismo próprio de um domínio particular do conhecimento. Apresenta-se como um raciona

lismo "puramente axiomático, que se estabelece como uma espécie de vontade de manter regras bem definidas, bem limitadas a um domínio particular"¹.

O exemplo que toma é bastante esclarecedor.

"Para reduzir a noção de corpúsculo ao seu exato contexto axiomático, era preciso superar, uma série de teses, sob forma um tanto paradoxal, para barrar as intenções preguiçosas"².

E estas teses (todas aplicáveis ao elétron), foram assim enunciadas por Bachelard:

1. O corpúsculo não é um corpo pequeno;
2. O corpúsculo não tem dimensões absolutas assinaláveis;
3. Conseqüentemente, não tendo dimensões assinaláveis, não tem forma assinaláveis;
4. Não se lhe podendo atribuir uma forma determinada, não se lhe pode atribuir um lugar muito preciso;
5. Em muitas circunstâncias, a microfísica propõe como um verdadeiro princípio a perda da individualidade do corpúsculo;
6. O corpúsculo pode se anular.³

¹Act. p. 75. Apud Ep. p. 51.

²Act. p. 75. Apud Ep. p. 52.

³Act. p. 80-82. Apud. Ep. p. 60.

A expressão dialética, que é o atributo mais constante do racionalismo que Bachelard caracteriza como o da ciência contemporânea, não é usada por ele de modo unívale. Ao contrário, o tempo engloba vários movimentos e várias ações. Em alguns momentos, indica um desdobramento, noutros, uma dissociação; ora confere a uma categoria a posse oscilante de um ou outro atributo num conjunto polarizado; ora aponta a diversidade de natureza entre o fenómeno e o nūmeno; ora o movimento de construção num contínuo oscilante; ora um direcionamento de visão do presente explicando o passado; e, finalmente, a negação do anterior e a absorção do negado em um novo contexto, ou, nas palavras de Canguilhem, "um movimento indutivo que alarga as bases, reorganizando o saber, e que tem na negação de conceitos e axiomas apenas um aspecto de sua generalização"¹.

Vejamos a refração do conceito nos termos do próprio Bachelard.

A dialética é um movimento de desdobramento. É assim, que ele a apreende no caso da teoria da valência. Na química do Século XIX, a valência indicava um número de saturação com relação ao hidrogênio. Com o avanço da química, a noção é substituída por duas outras, a da covalência e a da eletrovalência, ambas referidas agora à teoria eletrônica da matéria.

¹ CANGUILHEM, G. Dialectique et philosophie du non chez Gaston Bachelard p. 196.

Noutros momentos, a dialética é uma dissociação.

Na construção epistemológica do conceito de massa, num determinado instante a teoria de Dirac conduz a uma realidade bifurcada, em que a massa positiva e a massa negativa são concebidas como coexistindo na mesma noção de massa.

O caráter dialético está no fato de, em muitos casos, o númeno (o oculto, o não aparente) ser de natureza diversa do fenômeno (o externo, o aparente). O químico, para explicar a estrutura da matéria, recorre a fundamentos elétricos, estatísticos, do mundo micro, diversos dos fenômenos químicos observáveis no mundo macro.

Outro momento da construção dialética se manifesta no caso do conceito de substância na química não lavoisieriana. Segundo Bachelard, tal conceito se desenvolve em duas direções muito diferentes, não podendo sua construção e compreensão dispensar nenhum desses dois caminhos de elaboração. A noção de substância, para ele, desenvolve-se "sob a substância e ao lado da substância — na unidade da substância e na pluralidade das substâncias". Sob a substância e na sua unidade, ele registra em seguida a existência da fórmula desenvolvida como um "substituto" da substância, que pode servir de modelo a priori para especulações, dentre outras sobre as possibilidades de reação do composto pelo arranjo espacial dos seus grupamentos, e a previsão dos impedimentos estéricos a sua criação. Segundo ele o modo como Lavoisier conceituou a subs-

tância na ordem dos fenômenos, tomando em consideração qualidades substanciais, jamais nos conduziria a tais conclusões. Assim, na rota de um aprofundamento vertical, Bachelard prossegue interligando noções e conceitos, desde organização das substâncias simples, passando pela relação das substâncias com o tempo (aspectos dinâmicos) e com a energia, até chegar à química das radiações e à abolição das fronteiras entre matéria e energia no que toca à heterogeneidade.

Na linha horizontal, ele discute os contornos e fronteiras das substâncias, vizinhas uma das outras, por meio do critério da homogeneidade e da conceituação de pureza. A identidade substancial é colocada nos devidos limites.

Esse significativo exemplo dialético, que expõe em cada passo e em cada detalhe vários caminhos de dialetização, apesar de criticado por Jacques⁷⁶ (aliás com base em argumentos insatisfatórios) merecia um destaque maior, impossível no âmbito deste trabalho.

A dialetização se produz ainda no plano das abordagens. Abordagens experimentais e teóricas se solidarizam e se articulam dialeticamente. Vejamos alguns textos significativos:

"O racionalismo integral deve, pois, ser um racionalismo dialético, que decide sobre a estrutura em que

o pensamento deve se engajar para informar uma experiência"¹.

A "experiência não está de nenhum modo bloqueada em suas primeiras técnicas. O progresso técnico é muitas vezes determinado por uma revolução das bases"². "É que as diferentes aproximações experimentais ao real se revelam solidárias de uma organização axiomática das organizações teóricas"³. Tal entrelaçamento designará o racionalismo como uma atividade dialética, posto que, "axiomáticas diversas se articulam entre si dialeticamente"⁴.

O movimento de construção do objeto científico oscila num contínuo entre a teoria, que verifica a técnica e a técnica que verifica a teoria. Um momento não pode prescindir do outro; e isoladamente, nenhum dos dois é suficiente.

Bachelard vê também sob um novo ângulo a dialeticidade do racionalismo. "Deve-se compreender a importância de uma dialética histórica própria do pensamento científico". Vê-se então a necessidade de formular uma história recorrente. Uma história que clareie pela finalidade do presente, uma história que parta das certezas do presente e descubra, no passado as formações progressivas da ver-

¹RA. p. 133.

²RA. p. 134.

³RA. p. 133.

⁴Act. p. 27. Apud Ep. p. 200.

dade"¹. Deve-se escrever a história julgando, valorizando o certo e eliminando toda possibilidade de reincidência no erro. Assim, ele se encontra de novo com a dialética dos obstáculos epistemológicos e dos valores epistemológicos. Trata-se de afastar uns e aproveitar os outros. A história do flogístico é superada porque repousa sobre uma construção da química ponderal. Ela só pode ter interesse para um epistemológico como fonte de exemplos de obstáculos epistemológicos. No entanto, alguns trabalhos, como os de Black sobre o calórico, mesmo que contenha partes a refazer, contêm experiências positivas sobre o calor específico, que permanece sendo uma noção científica.

Essa distinção dialética entre o valor e o erro na história passada só pode ser alcançada mediante a visão científica do presente.

A dialética, diz Bachelard, serve-nos somente para abarcar uma organização racional com uma organização supra-racional muito precisa. "Ela só nos serve para passar de um sistema a outro". "A eloquência matemática desta última fórmula, comenta Quilliet¹²¹, é com efeito muito precisa ele evoca a noção de grupo de transformação, que parece ser de fato a verdadeira chave da dialética Bachelardiana"².

¹Act. p. 27. Apud E.P. p. 200.

²

QUILLIET; Bachelard - Paris, Segher, 1964 p. 61.

Através de "articulações bem definidas (sejam elas de noções fundamentais ou de resultados adquiridos)" — a atividade construtiva da ciência "faz nascer o movimento indutivo que caracteriza e determina uma reorganização do saber sobre uma base alargada". A este movimento Bachelard dá o nome de generalização dialética (porque vai de uma indução a uma generalização). E segue adiante na explicação:

"A generalização dialética pelo não deve incluir o que ele nega". Assim é que a mecânica não-newtoniana abarca a mecânica newtoniana, e a química não lavoisieriana abarca a química lavoisieriana.

Finalmente, "sendo mais liberdade de variação que vontade de negação", a dialética de Bachelard descreve, por fim, o que é trabalhar um conceito. Canguilhem resume muito bem as proposições de Bachelard a esse respeito.

- fazer variar extensão e a compreensão do conceito;
- generalizá-lo por incorporação de traços excepcionais;
- exportá-lo para fora de sua região de origem;
- tomá-lo como modelo;
- procurar-lhe um modelo;
- conferir progressivamente, por transformação regradas a função de uma forma.

Enfim, é a vigência de "uma enorme potência de integração e uma extrema liberdade de variação"¹.

Por linguagem química, entende-se o sistema construído pela ciência química, sistema pelo qual ela expressa seu próprio conteúdo (fatos, conceitos, relações, etc.), e que compreende também as normas de criação e grafia de seus termos (nomenclatura e notação), a relação entre estes em suas várias representações (diagramas, quadros, sistemas computacionais, etc.), no contexto das teorias que o fundamentam.

Trata-se, sem dúvida de uma linguagem artificial, e por isso alguns preferem chamá-la de código (104). Mas correremos o risco de utilizar, num sentido lato, o termo linguagem.

A referência à linguagem química, sua importância, suas exigências, e sobretudo sua consideração, como constituindo uma construção dialética da própria química é um leitmotiv da obra de Bachelard: "a linguagem da ciência está em estado de revolução semântica permanente".

Desde as expressões verbais que designam fenômenos, fatos, etc., ao uso de imagens, ilustrações e metáforas, passando por todo conjunto de esquemas, diagramas, fórmulas e modelos, todo esses elementos da linguagem química

¹FN. p. 16.

são objeto da reflexão do autor. Portanto, nada escapa: linguagem falada, escrita, gráfica ou mesmo pictórica-espa-
cial.

A vinculação da linguagem à experimentação e à teoria obriga, a cada instante, a uma vigilância de uma coerência bastante rigorosa. Não é com um simples exemplo que Bachelard indica essa necessidade. Ele a transforma numa obrigação de quem pesquisa e de quem ensina.

No tocante à linguagem verbal ou escrita, Bachelard chama atenção para o uso — de que a química é pródiga — de expressões tomadas da linguagem comum, mas já completamente desvinculadas de sua acepção popular, do pensamento pré-científico ou da região da ciência donde provieram. Propõe nesses casos o uso de aspas escritas e sonoras pelo "alçamento da voz" na emissão do vocábulo. "Do ponto de vista epistemológico elas são um sinal de ruptura"¹.

Para entendermos bem a que ele se refere, dois exemplos que apresenta são suficientes. O primeiro é o uso da expressão "camadas nucleônicas", análogas às camadas eletrônicas, nos enunciados de Gamow e Critchfield; o outro é a imagem de que se serve Bohr para condensar certas leis do núcleo atômico sob o nome de "gota d'água". Sob esta imagem subentende-se uma gota em que se aglomeram os núcleons, numa situação em que a incorporação de um neutron a mais aumenta a energia interna do núcleo, ou seja, a

¹MR. p. 217.

"temperatura", ocorrendo em seguida a emissão de um corpúsculo por um processo comparável à evaporação. O uso dessas expressões é admitido, desde que se faça referência ao fato de que são neologismos.

As imagens figurativas que acompanham certos conceitos são também indicativas do rigor da conceituação. Com o desenvolvimento do próprio conceito, elas vão sendo substituídas em busca de outra mais fiel. A descrição de Bohr, estabelecendo uma analogia entre o átomo e um sistema planetário em miniatura, é um exemplo típico da descrição que não deve ser tomada ao pé da letra.

"Como a noção ordinária de espaço deixa de se aplicar ao interior dos átomos, é difícil atribuir às órbitas um movimento real no espaço; tampouco o elétron seria localizado neste espaço e sobretudo, a palavra salto implicaria uma descontinuidade e instantaneidade nem sempre convenientes. Na verdade porém, a compreensão do átomo na ciência moderna está vinculada à história de suas imagens e esquemas. Pela retificação do conceito vão-se eliminando certos aspectos da imagem (...). Diríamos de bom grado que o átomo é a soma das críticas a que se submete a sua imagem primeira"¹.

Prosseguindo em seus comentários, Bachelard observava que a representação variada de uma mesma realidade, ou, mais precisamente, a maneira de apresentar por dupla figu-

¹FN. p. 139.

razão uma mesma realidade, prova

"o moderno benefício de uma convergência de métodos. A carta ou mapa da densidade eletrônica de uma molécula, por exemplo, como a de ácido oxálico hidratado e o esquema estrutural da mesma molécula, são sem dúvida carregados de teorias".¹

Segue-se o comentário: "quando duas convenções tão diferentes, atingem a mesma finalidade, passam a ser mais que convenções"²; e disso infere o grau de confiança que tem o cientista na linguagem que instrumenta seu raciocínio.

Esta sobrelevação da fórmula ou do esquema como um ser de razão aparece em outros momentos da obra de Bachelard e em outros contextos de explicação. Assim, por exemplo, ao falar de substância e de fórmula desenvolvida. Embora longa, acredito que a citação se justifica:

"Não somos justos com a noção de fórmula desenvolvida quando a qualificamos de representação convencional; ela é antes uma 'apresentação' que sugere experiências (...). É o caminho que vai da experiência primeira à experiência instruída e o da passagem da substância ao substituto (...). A fórmula desenvolvida é um substitutivo racional que antecipa, uma contabilidade clara das possibilidades (...). Há experiências químicas que aparecem a priori como impossíveis porque são proibidas pelas fórmulas desenvolvidas (...). Na ordem fenomenal, as qualidades das substâncias não indicariam ne-

¹MR. p. 151.

²MR. p. 151.

nhuma dessas exclusões. Reciprocamente, há experiências que jamais se teria sonhado realizar se suas possibilidades não tivessem sido previstas a priori, com base nas fórmulas desenvolvidas (...). Raciocina-se sobre uma substância química a partir do momento em que se estabelece sua fórmula desenvolvida. Vê-se pois que ela está associada a um verdadeiro nûmeno"¹.

E aqui Bachelard lança mão do termo filosófico para exprimir o que é essencial e que, conquanto não seja aparente, fundamenta a realidade de um ser.

Outra situação química em que se pode acompanhar a valorização epistemológica da representação gráfica é o caso da valência.

Inicialmente, representou-se a valência por um traço. Mas isso numa relação abstrata, sem conteúdo conceitual.

A partir de Lewis (1916), os elétrons foram representados por círculos de diâmetros diferentes ou por pontos gráficos e cruces.

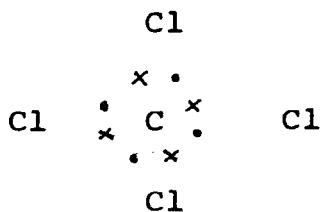


Fig. 2.1

¹FN. p. 60.

E o traço foi substituído por um par de elétrons. Esse aparelhamento sô seria explicável pela química quântica: não existiria senão entre elétrons de spins contrários. Segundo Coulson, essa proposta é um marco histórico do desenvolvimento da química¹.

A certa altura, já resolvida a representação dos compostos iônicos (Na^+ e Cl^+) e também dos covalentes, foi preciso trabalhar na zona intermediária, em incessante dialetização, das fórmulas mistas. É o caso de compostos como NH_4Cl , que foi assim representado:

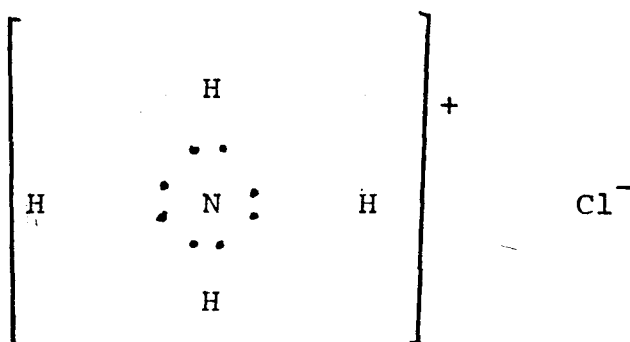


Fig. 2.2

A ciência química contemporânea em vez de estudar apenas, as misturas materiais de que tratava, preferencialmente, a pré-química, ocupa-se também em estudar verdadeiras misturas de teorias que determinam as mesclas de simbologia. E de novo, desta vez graças a R. Robison² foi introduzido o traço, mas

¹COULSON, G.A. Liaison Localisêes apud Liaison Chimique CNRS - 1952. Paris, p. 12, apud MR. p. 130.

²KIRMACK & ROBISON, R.J. Chem. Soc. 121, 433, 1911, apud MR, p. 133.

Mas, se fosse possível isolá-lo, este composto seria muito instável e se transformaria ao benzeno "comum" com liberação de $39 \frac{6}{\text{ca.}}$ (por benzeno ressonante normal, entenda-se o de simetria hexagonal perfeita de 6 lados, cada um com 1.40 \AA).

Em face disso, torna-se necessária a teoria da ressonância, que permite a localização da primeira ligação (a simples) mas interdiz a localização da dupla. Os elétrons "s" são fixamente localizados e os "pi" delocalizados. Com isso, a partir das fórmulas de Kekulé e de Dewar, ficamos com cinco estruturas ditas canônicas. Nenhuma delas suficiente, por si mesma, para representar o benzeno em sua realidade dinâmica. Talvez conjuntos de esferas elásticas o fizessem bem. Na fórmula, contudo, nos pareceria como fotografias compostas de uma substância. Em vão procuraríamos, numa multidão de moléculas de benzeno, alguma em um ou outro estado de estrutura definida. Essa noção de estado deve também ser abandonada.

Vem à cena a representação do anel benzênico segundo sua distribuição eletrônica dos orbitais:

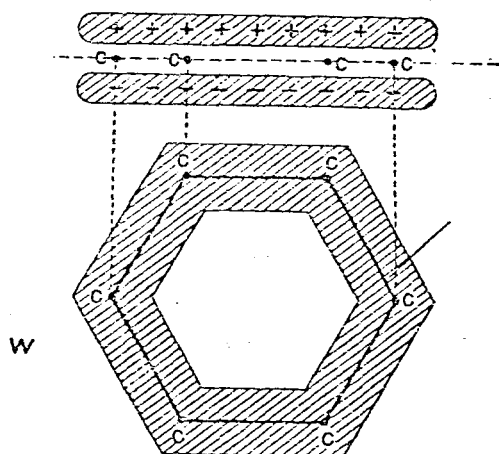


Fig. 2.9

com uma significação eletrônica: ou seja, a participação comum de dois átomos com relação a dois elétrons, ou mesmo um traço representando dois elétrons.

Desta forma, teríamos:



Fig. 2.3

Ainda não era satisfatório, porém, era preciso distinguir o par partilhado do par não partilhado, e veio então a notação do Eistert¹ propondo uma "situação tangencial" (tangente ao núcleo ou à molécula) para o par livre.

Assim, teríamos:

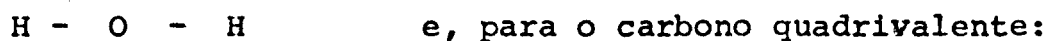
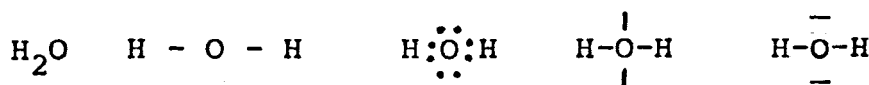


Fig. 2.4

A longa história dessa etapa da química poderia ser resumida assim:



e posteriormente assim:

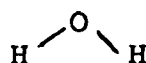


Fig. 2.5

¹EISTERT, Bernard. Tautomerie et Mesomerie, p.7, apud MR. p.133.

Quando fala que o traço adquiriu substância, Robison usa uma metáfora, querendo dizer que ele "está carregado de sentido". Há um profundo valor epistemológico na sentença acima.

Mas a dialetização vai mais além. A localização dos elétrons não é um fato rígido.

"O pontual com o qual se ilustravam os esquemas eletrônicos deve dar lugar agora ao volumétrico. O contínuo aparece sob a forma de nuvens volumétricas de probabilidade de presença eletrônica, ou, o que afinal de contas é sinônimo, sob a forma de densidade eletrônica só calculada em pequenos volumes"¹.

Essa possibilidade de obter, por difração do RX, o mapa da densidade eletrônica molecular, de que esse mapa corresponde à formulação clássica da mesma molécula representada pela fórmula desenvolvida:

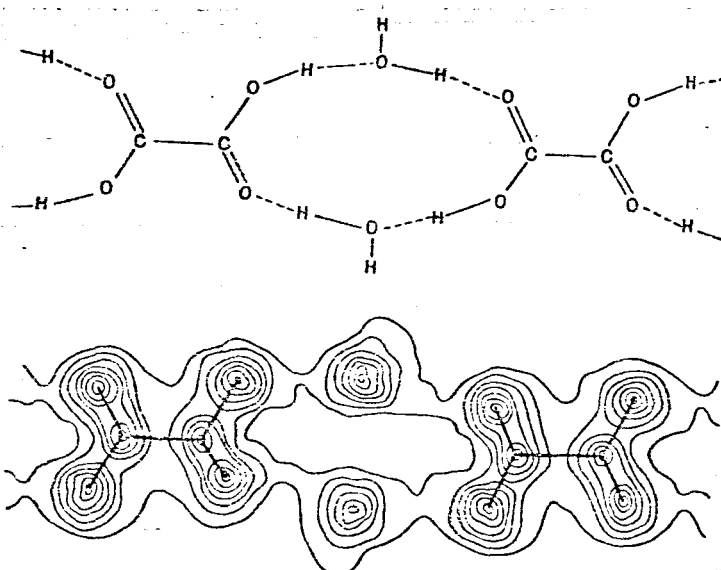


Fig. 2.6

¹MR. p. 137.

nos revela que, apesar dos caminhos metodológicos diferentes, chegou-se a uma mesma confirmação.

Outro exemplo bem significativo de avanço paralelo e de revisões simultâneas de teoria e representação é a visualização da ligação dupla, cuja fronteira alcançou o conceito de ressonância. Bachelard tomou como exemplo a mesma molécula de benzeno já especulada por Pauling para registrar verdadeiras oscilações históricas.

Primeiramente, o simbolismo clássico de Kekulé (a) não era capaz de explicar a impossibilidade da substituição.

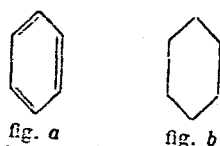


Fig. 2.7

Apagaram-se então simplesmente as ligações duplas, ficando-se com o esquema simplificado (b).

Num segundo passo, o progresso da experimentação permitiu calcular e elaborar o esquema de Kekulé com as distâncias interatômicas mais realistas, o que nos conduziu à seguinte imagem:

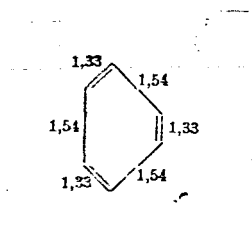


Fig. 2.8

As estruturas passam a ser, como a cor e as propriedades magnéticas, um fenômeno da energia molecular.

Penetrando mais longe na complexidade da química, Bachelard toma um outro exemplo: o da molécula de antraceno cuja estrutura foi inicialmente estabelecida por Pauling segundo as quatro estruturas ressonantes.

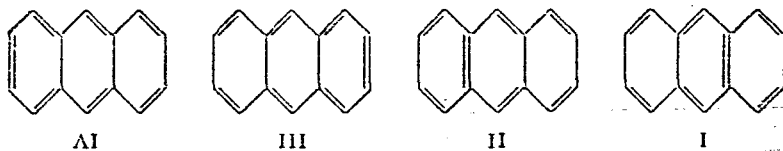


Fig. 2.10 antraceno

Nelas se encontraria o caráter de dupla ligação, assim:

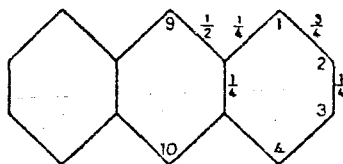


Fig. 2.11

No entanto as experiências não confirmam esses valores calculados.

A verdade é que há mais de 400 fórmulas possíveis para o antraceno.

Em alguns casos, a escolha das estruturas de maior contribuição torna-se um cálculo tão extenso que supera as possibilidades do homem. Somente o computador poderá fazê-lo e aí já se ingressa num outro nível de instrumentalidade duplamente exigido, uma vez que não só a teoria, mas também a representação o demandam.

É interessante notar por que aspecto o autor ligou a química ao computador: pelo aspecto da necessidade de representação, isto é, pela linguagem, à qual não se tem atribuído grande importância como aplicação.

Como toda teoria epistemológica que se diz dialética, também a de Bachelard só pode ser representada por meio de um movimento cíclico, como que por uma espiral de passo cada vez mais largo.

Sem incorrer no dualismo de privilegiar o sujeito ou o objeto, considera antes a interação de ambos. Mas não se trata de um sujeito qualquer ou de um objeto qualquer. Tampouco descreve os primeiros momentos de uma racionalidade. Estabelece o modo como se comporta esse racional em perpétuo recomeçar, trabalhando com o conhecimento científico já constituído, e sendo por ele trabalhado.

Não se trata de um sujeito pronto a receber tudo ou

a ditar tudo. Trata-se de um sujeito capaz "de uma pesquisa onde a perspicácia tende a superar as aparências enganosas do fenômeno manifesto para destacar os traços do fenômeno que a experimentação deve revelar"¹.

O objeto "seria uma problemática constituída",

"um objeto realmente instrutor, muito mais complexo, muito mais comprometido. Tal objeto reclama uma solidariedade entre o método e a experiência. É preciso, então, conhecer o método para conhecer, para poder alcançar o objeto a conhecer, ou seja, no reino do conhecimento metodologicamente valorizado o objeto suscetível de transformar o método a conhecer"².

"O pensamento é consciente e consciente da normatividade do pensamento. A construção científica é operada por esse movimento eminentemente ativo desdobrado entre esses dois pólos". Por uma mútua reação "trata-se de tornar semelhante o espírito experimentante e as leis experimentais"³.

Antes de passar ao detalhamento desses conceitos, encerraria este tópico com a síntese da epistemologia de Bachelard proposta por Piaget:

¹RA. p. 43.

²RA. p. 56.

³RA. p. 51.

princípio de uma equilibração progressiva entre as acomodações, do dado aos esquemas operatórios, ao objeto, tanto mais rigorosas quanto o "não", de onde procedem, não é expressão de contradição, mas antes da mobilidade reversível própria às operações mais essenciais¹.

Desde à formação dos conceitos assiste-se a um processo contínuo de repetição, de diversificação e de retificação .

Isso se repete num outro ciclo. Mas repete-se diversificando: alargando a espiral, acrescentando, enriquecendo o conhecimento. A passagem de um ciclo para outro, mais aberto, faz-se à custa do que Bachelard chama de a dúvida potencial ao passo que a retificação se faz à custa do que chama de erro.

A dúvida potencial "impediria que o 'resultado' do labor científico se apresente como definitivo e que a ação do sujeito permaneça satisfatória". Manterá a necessidade de repetir o ciclo, abrindo-o numa curvatura mais abrangente. E estará sempre presente.

Para Bachelard,

existe uma problemática anterior a toda experiência que se quer instrutiva, uma problemática que se funda antes de se pensar sobre uma

¹PIAGET, J. Introd. a epist. genetique, p. 335.

dúvida específica, sobre uma dúvida especificada pelo objeto a conhecer. Ela constitui um traço essencial e não provisório da estrutura do espírito científico.¹

Essa incompletude, esse caráter inacabado do construto científico torna o trabalho sempre inesgotável.

O saber científico adquirido deve ser sempre testado, sempre controlado, sempre criticado. Um pouco de dúvida potencial fica sempre em reserva nas noções científicas que os filósofos consideram muito simplesmente como dogmáticas (os filósofos, não os cientistas). Essa dúvida potencial é bem diferente da dúvida prévia cartesiana, que é uma dúvida em si, uma dúvida geral, sem aplicação nem objeto, situada, aliás, depois do objeto e não antes, dele, como a dúvida potencial.²

Essa dúvida "não é eliminada por uma experiência bem sucedida". E "poderá renascer, atualizar-se, quando uma outra experiência é encontrada"³.

Não é a segurança, é antes o risco que convive com a ciência.

Diferentemente do conhecimento co-

¹NEC. p. 152.

²MR. p. 123.

³MR. p. 123.

mum, o conhecimento científico se faz pelo reencontro de novas experiências; extrai seu dinamismo da provocação de experiências que ultrapassam o campo das experiências antigas. Não se fica jamais seguro do que sobrará de fundamental.¹

E é em função desse convite que a dúvida potencial sempre renova, que a mudança se fará: "nessas novas bases mais largas da ciência ativa, é necessário que as noções se apliquem um pouco diferentemente das aplicações anteriores".²

O erro em Bachelard é o motor do progresso do discurso científico. Não se trata do erro pessoal, oriundo da falta de informação, ou do erro gerado pela distração. A ambos Bachelard anatematiza.

"O erro cujo primado teórico postula", como afirma Canguilhem, é o que ocorre em pleno mergulho de uma prática pertinaz, mas que, nos limites da consciência possível, ainda não concedeu ao pesquisador a lucidez desejável para dele se desvencilhar. Mas a descoberta de sua existência gera um novo escalão de verdade, cheio de gratificações para o cientista e para a ciência.

A presença desse erro, fato contínuo e presente na epistemologia de Bachelard torna pouco adequada a qualificação de idealista que alguns autores a ela atribuem. Como poderia um idealista conviver com o erro tão naturalmente,

¹MR. p. 123.

²MR. p. 123.

a ponto de exigir dele a correção das premissas e pressupostos, quando um idealista, nas palavras do próprio Bachelard, só admite a mobilidade dos cataclismas?

O que o pensador surpreende no pensamento científico é "uma verdade sobre um fundo de erros". "O ato de retificação apaga as singularidades vinculadas ao erro".¹

"É necessário o erro para chegar ao fim (...)".

"Não existem verdades primeiras; existem apenas erros primeiros". E, como afirma Canguilhem; — "Aqui se anuncia a constituição do sujeito pela construção do objeto. O sujeito não se constitui senão pela distinção daquilo que tomou inicialmente pelo objeto".²

Não se deve pois hesitar em inscrever no ativo do sujeito sua experiência essencialmente infeliz. A primeira e mais essencial função da atividade do sujeito é a de se enganar. Quanto mais complexo for seu erro, mais rica será sua experiência. A experiência é bem precisamente a lembrança dos erros retificados. O ser puro é o ser desenganado.³

Quando o espírito percebe que se enganou fica maravilhado, porque seu despertar intelectual é fonte de uma nova intuição, toda racional, toda polêmica, que se anima no desmanchar do que foi uma certeza primeira...⁴

¹RA. p. 48.

²ET. Presentations. p. 9.

³Et. P. p. 89.

⁴Et. P. p. 90.

O espírito aprende que toda posição do dado pode ser deslocada, e desempenhar então uma função provisória. Surge o ser dinâmico, no qual o vazio do futuro interfere no pleno do presente. As razões para mudar contrabalaçam as razões para permanecer. A própria experiência se hierarquiza. Dispõe-se numa série crescente de realidade, ou melhor, de crescente, realização, onde o mais real é o mais retificado, o mais distanciado das noções primeiras. O concreto se revela como uma promoção do abstrato, pois é o abstrato que fornece os eixos mais sólidos da concretização. A objetividade assim elaborada se dispõe em profundidade sob o fenômeno. O nûmeno (a essência) multiplica-se e se mobiliza. As eliminações sucessivas de fenômenos gerais e fugazes, desembaraçam o espírito de experiências pesadas e diversas (...). O espírito dinâmico toma consciência de si e de sua retificação.¹

Uma problemática da maior importância suscitada na obra de Bachelard é a da emergência do conhecimento próprio da ciência.

Foi ele quem introduziu o termo "ruptura" para indicar uma descontinuidade entre o conhecimento comum e o conhecimento científico.

Uma vez cunhado o termo, e posto o problema, muitos autores aplicaram-no em situações idênticas ou análogas, apropriando-se por assentimento, da expressão, hoje bastante generalizada. Foi assim com Althusser e, posteriormente, com Foucault e outros.

¹Et. P. p. 91.

No âmbito deste assunto porém, a questão não morre com a simples explicação do que significa a ruptura epistemológica, necessária à passagem do conhecimento comum ao científico. Embora detectado e rotulado, o processo de passagem constitui ainda um problema epistemológico de dimensões consideráveis. Mais ainda na medida em que outros aspectos escaparam, real ou aparentemente, às especulações de Bachelard. O que não pode deixar de ser avaliado.

Obviamente, logo de partida impõe-se a questão:

- Mas é só com o conhecimento comum que o pensamento científico tem de "romper" para construir seu conhecimento próprio?

E porque não terá de romper com as ideologias, ainda que estas sejam não um conhecimento, mas instituições capazes de influir no pensamento?

Ademais, na própria sucessão e progresso do conhecimento científico, dentro de suas fronteiras, como se efetua a passagem de um conhecimento epistemologicamente menos valioso para outro, mais confiável?

Os autores se distinguem em considerar ou não como ruptura (no sentido proposto por Bachelard) esse último tipo de ocorrência. A meu ver, Bachelard considera também essa passagem uma ruptura, que qualifica de histórica, e que por vezes atenua, antepondo um "não" à designação da teoria antecedente: não-lavoisieriana, não-aristotélica, não-newtoniana, etc.

Vejamos como fica caracterizada em Bachelard a ruptura epistemológico na sua primeira acepção:

Antes de tudo, trata-se de uma ruptura nítida com o conhecimento vulgar, como ocorre na química (e na física) contemporânea.

Para o autor ela é nítida, embora isto constitua um problema ainda em discussão no âmbito da epistemologia. Em alguns casos ela é bem constatável pela demarcação das fronteiras. E, mesmo assim, existem autores, como Piaget, a quem se atribui o feito de "diluir" o "salto", estabelecendo um processo contínuo-descontínuo para o trânsito entre os dois tipos de conhecimento. Isso porque Piaget não abre mão de certas condições de pensamento comuns ao conhecimento comum maduro e ao conhecimento científico.

As capacidades básicas que permitem a existência da ciência formal, como as de informar ordenar, classificar, inferir, pensar com base em proposições e em hipóteses (se... então) etc., são, na sua concepção, as mesmas capacidades que convertem o conhecimento espontâneo em algo amadurecido, estável, logicamente coerente e aberto a novas descobertas. Contudo, ... o gênio de Piaget consiste mais na investigação que levou a cabo acerca dos antecedentes genéticos do pensamento científico que na análise do seu produto final.¹

¹FUTH, A.G. Las Ideas de Piaget - p. 38. Apud. Castro, Teoria do conhecimento científico. 3º vol. p. 158.

Mas se, dissolve ou atenua o salto, Piaget não o pode negar.

Confirmando a clara constatação desse "salto", Bachelard cita a ruptura epistemológica provocada por Lavoisier quando aboliu a noção geral do flogístico - que impregnava o conhecimento comum - , ao descobrir o oxigênio, mostrando a multiplicidade dos gases (Priestley chamava o oxigênio de antiflogístico)..

Em segundo lugar, a passagem do conhecimento comum ao conhecimento científico obriga à mudança de tipo de determinações: das diretas para indiretas. Por exemplo na era positivista (Séc. XIX), quando se tratava de determinar o peso atômico, a balança era suficiente. No século XX, porém, "separam-se" e "pesam-se" isótopos por uma técnica indireta. Usa-se o espectroscópio de massa.¹

Continuando a caracterizar a "ruptura": no âmbito do conhecimento científico lida-se com "resultados", não mais com "dados". Os fenômenos elétricos da matéria são ocultos, é preciso instrumentá-los para que se manifestem. As medidas conduzem a resultados, ficando para trás o velho hábito de construir a partir dos dados.

¹ RA. p. 101.

Mais ainda, o conhecimento científico gera "teoremas reificados". O que o homem faz na ciência não existe naturalmente. "As trajetórias dos isótopos no espectrômetro de massa não existem na natureza"¹.

Sob outro aspecto, com relação ao mecanismo operatório do agente, o conhecimento científico estabelece o primado da reflexão sobre a percepção; não basta apenas observar ou perceber. É necessário acumular, coordenar, classificar, selecionar, rejeitar, reorganizar e discutir, para alcançar a construção.

Mas, dentre todos os critérios que caracterizam a "ruptura", o que parece mais fundamental é o que assenta na contraposição do fenômeno (aparência) ao númeno (essência).

Admite-se geralmente na epistemologia que, enquanto o conhecimento comum consiste basicamente na captação dos fenômenos (aparências), os conhecimentos científicos atingem as essências. Recorre-se, para marcar essa distinção, à linguagem de Kant, embora para este a essência fosse incognoscível em termos absolutos.

Bachelard, ao usar o termo númeno (essência), tomado da filosofia Kantiana, dialetiza-o (alarga-o), fazendo dele, portanto, um uso não kantiano, e admitindo um númeno complexo. Ademais considera que, no conhecimento científico, a essência é de natureza diferente da própria natu-

¹RA. p. 103.

reza do fenômeno a que se reporta.

Ao explicar a natureza química de um elemento pela organização de corpúsculos elétricos, a ciência contemporânea estabelece uma nova ruptura epistemológica. Uma espécie de não-química foi constituída para sustentar a química. E que ninguém se engane, não foi a fenomenologia elétrica que se colocou como base de fenomenologia química. No átomo, as leis da fenomenologia elétrica são também elas desviadas, dialetizadas. De forma que uma eletricidade não-maxwelliana vem se oferecer para a construção de uma doutrina não-kantiana química.¹

A problemática se torna mais complexa quando se trata da preparação dos fenômenos tecnicamente constituídos; ao que Bachelard chama de fenomenotécnica.

Na lâmpada antiga, a iluminação se dava à custa da combustão. A lâmpada de bulbo com filamento, não tem, afora o nome, nada de comum com ela. No fenômeno tecnicamente construído por Edson, a iluminação está ligada a outro princípio que rege a incandescência.

A história efetiva está aí para provar que a técnica é uma técnica racional, uma técnica inspirada por leis racionais, por leis algébricas...

¹FN. p. 61.

Sabe-se que a lei racional que regula os fenômenos da lâmpada elétrica incandescente é a lei de Joule, que obedece à fórmula algébrica $W = RI^2t$.

Eis um relato exato de conceitos bem definidos.¹

Na segunda acepção de "ruptura", ela aparece na passagem de um ciclo evolutivo da ciência para outro, como sinônimo de "revolução científica" ou "salto".

Embora alguns autores não a tenham detectado em Bachelard, atribuindo a ele apenas a primeira acepção do termo essa segunda acepção de ruptura aparece categoricamente na obra desse autor e em vários momentos.

É preciso pensar o núcleo do átomo numa dinâmica de energia nuclear, e não mais numa geometria de arranjo dos seus constituintes. Tal ciência não tem analogia no passado. Ela constitui um exemplo particularmente nítido de ruptura histórica na evolução das ciências modernas.²

Outras vezes, mesmo no interior do ciclo evolutivo, a ruptura aparece como uma síntese histórica:

E no entanto, malgrado seu caráter revolucionário, malgrado seu caráter de ruptura com a evolução histórica regular, uma doutrina como a mecânica ondulatória é uma

¹Act. p. 25.

²Act. p. 25.

síntese histórica, porque a história — estancada duas vezes em pensamentos bem feitos: os pensamentos newtonianos e os pensamentos fresnelianos —, retoma um novo ponto de partida e tende a uma nova estética de pensamento científicos.¹

Ainda em outro momento aparece, bem clara, a utilização do conceito: Referindo-se às publicações de Heitler e London sobre a molécula de hidrogênio, cita Bauer. "Esse estudo marca uma verdadeira descontinuidade na história da Química. Depois dele, os progressos foram rápidos".

Em seus instantes inovadores, diz Bachelard, a descoberta tem uma tão grande pluralidade de consequências, que se toca, com toda evidência, numa descontinuidade do saber. A molécula de hidrogênio não é mais um simples detalhe do materialismo, um objeto de pesquisa como os outros. A molécula de hidrogênio, após os estudos de Heitler e London, é um motivo de instrução fundamental, uma razão de reforma radical do saber, um novo ponto de partida de filosofia química.²

Em outra área do conhecimento químico, Bachelard detecta uma contínua revolução semântica. Permanentemen-

¹Act. p. 25.

²MR. p. 211.

te, a nomenclatura deve ser retificada, completada, sut-lizada. E cita um exemplo:

Não há nenhuma continuidade entre a noção de temperatura de um núcleo e a noção de temperatura do laboratório (...). Um termo usual usado entre aspas num texto científico é o signo da mudança do método de conhecer (...). Do ponto de vista epistemológico, é o signo de uma ruptura, de uma descontinuidade de sentido, de uma reforma do saber. A linguagem científica é por princípio um neologismo.¹

A nitidez a que o autor se refere como elemento da ruptura não é para ele sinônimo de clareza. Muitas vezes o conhecimento comum é mais claro que o conhecimento científico. Este tem zonas de obscurecimento, regiões ainda não suficiente penetradas.

Aliás, a depuração do pensamento científico atravessa um processo de catarse a que ele chama de psicanálise do conhecimento. Trata-se da superação dos obstáculos epistemológicos, de que tratarei a seguir.

Depois das considerações de ordem geral, numa tentativa de caracterizar o que sejam esses obstáculos, distinguiremos sua maior aplicabilidade, segundo o tipo, em situações de ensino ou de produção científica (pesquisa).

¹MR. pp. 216-217.

Os obstáculos epistemológicos são

lentidões e perturbações, que, por uma espécie de necessidade funcional, causam inércia, estagnação e regressão no ato do conhecimento (...). Não se trata de obstáculos externos, como a complexidade ou a fugacidade dos fenômenos, nem tampouco internos como a fraqueza dos sentidos e do espírito humano (...). Trata-se antes, de um impedimento que aparece no ato mesmo de conhecer. É antes uma espécie de resistência implantada previamente, de tal modo que o conhecimento sempre se faz contra um conhecimento anterior. Conhecer seria destruir conhecimentos mal feitos superando o que constitui no próprio espírito, obstáculo à espiritualização (...). É impossível fazer de repente "tábula rasa" dos conhecimentos usuais. Mas será preciso contradizer o passado.¹

Aceitar que muitas vezes o que se pensa saber ofusca o que se deveria saber (...). Admitir que o espírito nunca é jovem quando se apresenta à cultura científica. Ao contrário é velhíssimo, pois tem a idade dos seus preconceitos (...). Introduzir-se na ciência é rejuvenescer, aceitar uma mutação brusca que deve contradizer o passado (...). Rejeitar a opinião, pois a opinião pensa mal, ou não pensa. Traduz necessidade em conhecimentos. O espírito científico nos proíbe de ter opiniões sobre questões que não compreendemos, sobre questões que não sabemos formular claramente.²

¹FES. pp. 13-14.

²FES. p. 14.

Os obstáculos epistemológicos se incrustam num conhecimento não questionado. Uma questão abstrata e franca se deteriora; uma resposta concreta permanece.

Quantas idéias dominantes polarizam o espírito em sua totalidade (...). Frequentemente, com o uso, as idéias adquirem um valor indevido (...). E um valor em si se opõe à circulação de valores. Acaba por ser um fator de inércia (...). O instinto formativo, se persiste, acaba por ceder ao espírito conservador. Este último prefere o que confirma seu saber ao que o contradiz, ou prefere as respostas às questões. Então o espírito conservador domina, cessa o crescimento espiritual.¹

Toda cabeça bem feita (produto de uma escola) é seguramente uma cabeça fechada. Precisa ser refeita. Muda então de espécie. Opõe-se à espécie precedente por uma função decisiva. Pelas revoluções espirituais requeridas pela invenção científica, o homem se torna uma espécie mutante, ou melhor, uma espécie que tem necessidades de mudar, que sofre por não mudar. E, espiritualmente, o homem tem necessidade de ter necessidades".²

O obstáculo epistemológico pode ser estudado no desenvolvimento histórico do pensamento científico ou na prática da educação.

Em qualquer desses casos, é um estudo difícil.

¹FES. p. 15.

²FES. p. 16.

"A história é hostil aos julgamentos normativos". Quando, à luz dos conhecimentos atuais detecta-se que um fato foi mal interpretado no passado, para um historiador ele permanece um fato. "Porque compete ao historiador tomar idéias, como fatos. Para o epistemológico, os fatos são tomados como idéias, e inseridos num sistema de pensamentos". Quando julgados, podem ser tomados como obstáculos epistemológicos — ou sejam um "contra-pensamento".

Numa mesma época, sob uma mesma palavra existem conceitos muito diferentes. O que nos engana é que a mesma palavra ao mesmo tempo designa e explica. Por exemplo, a palavra telefone correspondem conceitos que diferem totalmente para o assinante, a telefonista, o engenheiro, e o matemático, preocupado com as equações diferenciais da corrente telefônica. Cabe pois ao epistemólogo procurar apreender os conceitos científicos em sínteses psicológicas efetivas, isto é, progressivas, estabelecendo, no tocante a cada noção, uma escala de conceitos que mostre, como um conceito produziu um outro, ligou-se a outro. Terá então alguma chance de medir a eficácia epistemológica. E logo o pensamento científico aparecerá como uma dificuldade vencida, como um obstáculo superado.¹

O obstáculo porém, tem sua atuação mais decisiva nos momentos de importância vital para o crescimento da ciência. "Quando uma organização do saber existente, diz Lecourt⁸², está em jogo, prestes a uma ruptura, a um

¹FES. p. 15-16.

salto, ele aparece como uma superdeterminação, uma acumulação de contradições"¹. Passa a ser uma anti-ruptura. A análise dos obstáculos é extensa. E eles não são homogeneamente importantes para a química.

Deixarei para o espaço destinado à pedagogia, as considerações sobre alguns desses obstáculos, limitando-me agora a mencionar sô levemente, a modo de registro, a importância, daquele que é denominado o conhecimento pragmático.

Esse obstáculo, embora oriundo do século XVIII, pelo menos de forma manifesta, ainda permanece vivo.

O argumento justificativo que apresenta é a utilidade. Um fenômeno pode ser explicado por ser útil. Procura-se julgar os objetos pelas relações de utilidade ou familiaridade que têm conosco. A tempestade, (que traz fertilidade à terra), o movimento diurno do planeta, tudo em utilidade. Assim, este último fenômeno era bem compreendido por Voltaire, preocupado com o caráter útil dos fenômenos, e a quem muito intrigou, por não lhe descobrir utilidade alguma, o fenômeno da precisão dos equinócios.... Até aos detalhes dos fenômenos tenta-se atribuir uma confortável utilização.

Mais um passo à frente, e o pragmatismo passa a ditar que o "verdadeiro deve dobrar-se ao útil". E que "O verdadeiro sem função é um verdadeiro mutilado"².

¹LECOURT. Pour une critique de l'epistemologie, p. 28.

²FES. p. 94.

"A ciência pura é, mesmo ela, socializada. Pertence à psicologia do que chamo — não sei se fui eu quem cunhou este nome — uma cidade científica". E assim Bachelard declara que, nesse espaço, o pensamento científico tenta recuperar seu caráter social apostado ao seu status intersubjetivo.¹

A cidade científica. Esta, mais que um agrupamento de pessoas, é a comunhão dos seus pensamentos, do racionalismo aplicado a um domínio, a uma teoria, a uma técnica. É, citando o poeta, Henri Pichette, como a "expressão do homem à milésima pessoa do singular"².

Ei-la então:

construída sobre a pluralidade essencial dos pensadores de um determinado pensamento científico, uma geração de sábios unificada na singularidade de uma verdade toda nova, na facticidade de uma experiência desconhecida pelas gerações anteriores.³

O caráter social da ciência é fruto justamente da evidência de um progresso que não seria alcançado individualmente, por melhor que fosse o pesquisador. É prova dis

¹ER. p. 54.

²Act. p. 7. Apud Ep. p. 141.

³Act. p. 7. Apud Ep. p. 140-141.

so a produção matemática "que, até o século XX, não apresentava um único trabalho a duas mãos". Ao cientista porém não basta estar agregado a essa cidade. Para pertencer a ela, precisa comungar de sua contemporaneidade. Uma atividade anacrônica, no nível de uma epistemologia superada, exclui o indivíduo de sua comunidade e lhe tira o direito de cidadania, "nitidamente determinado pela modernidade da pesquisa".

Todo individualismo é também anacrônico. Desde o primeiro momento intersubjetivo, ou até mesmo intra-subjetivo, o conhecimento gerado tem obrigatoriamente de passar pelo crivo socializante: "toda doutrina de objetividade vem sempre submeter o conhecimento do objeto ao controle de outrem"¹.

A ciência moderna trabalha com materiais experimentais e quadros lógicos socializados de longa data e, por conseguinte, já controlados.²

Esta afirmação pode ser ilustrada pela atividade.

Toda medida precisa é uma medida preparada. A ordem de precisão crescente é a ordem da instrumentalização crescente, e, pois, da socialização crescente.³

¹FES. p. 241.

²FES. p. 241.

³FES. p. 241.

Diz Landry, citado por Bachelard:

deslocar um objeto 1 cm em cima de uma mesa é fácil; 1 mm já exige um jogo complexo de músculos antagônicos (...). A última medida exige que se freie a estimulação, que se corrijam os insucessos. Mas ainda se trata de uma operação científica. Essa começará na decimal seguinte. Se quisermos medir o comprimento de onda de uma radiação, precisaremos não só de aparelhos, de atividade profissional, mas até de uma teoria (...). O instrumento de medida termina por ser uma teoria. Tem-se de compreender que o microscópio é mais o prolongamento do espírito que do olho.¹

Assim também a presença de aparelhagem e de reagentes é um testemunho da socialização da ciência.

Cada época da ciência, no seu desenvolvimento moderno, estabeleceu um corpo de reagentes construído num nível bem determinado de purificação (...). E a ciência contemporânea trabalha com reagentes novos e instrumentos novos, jamais conhecidos anteriormente (...). Tal "fabricação exige uma cidade que industrializa a ciência de alto a baixo".²

Segundo Bachelard, a cidade científica tem a função de controlar, verificar, confirmar, pré-analisar, ensinar,

¹FES. pp. 241-242.

²MR. p. 78.

normalizar a ciência.¹

A criação da ciência se processa de uma forma muito particular: além de uma dialética própria, tem como instrumentos o consenso e a polêmica.

Um resultado de pesquisa é aprovado pelo critério consensual de verdade e só depois ganha foro de objeto científico.

Quando o conhecimento comum e o conhecimento científico registram o mesmo fato, o mesmo fato não tem certamente o mesmo valor epistemológico nos dois conhecimentos. Se o 'odor' de eletricidade (odor que se registra no ar após um relâmpago) é um desinfetante, e se o ozônio é um poderoso oxidante que desinfeta, não existe entre estes dois conhecimentos uma mudança de valor do conhecimento? De um fato 'verdadeiro' a química teórica faz um conhecimento 'verídico'. Somente ele, este duplete de verdadeiro e de verídico descreve a natureza polar do conhecimento. Este duplete permite reunir os dois grandes valores epistemológicos que explicam a fecundidade da ciência contemporânea. A ciência contemporânea é feita da pesquisa de fatos verdadeiros e da síntese de leis verídicas. As leis verídicas da ciência são fecundas de verdades, prolongando as verdades de fato em verdades de direito. O racionalismo, por suas sínteses do verdadeiro, abre uma perspectiva de descobertas (...). Após ter acumulado os fatos verdadeiros e organizado as verdades dispersas, adquiriu uma surpreendente potência de previsão.²

¹RA. p. 60.

²MR. p. 224.

O racionalismo ativo exige o consenso oriundo da cidade científica. "São núcleos de apodicidade"¹. Núcleos de afirmação da verdade, de juízos logicamente necessários.

O consenso que define socialmente um racionalismo regional "(particular de uma ciência) é mais do que um fato, é o signo de uma estrutura". "Essa estrutura corresponde à estrutura do saber". "Através dela, a ciência instrui a razão"². Se a estrutura da ciência química é teórico-experimental, o consenso se efetivará sobre as provas de validade, que, da teoria à experiência, permitirão uma verificação recíproca no âmbito da prática científica.

Um bom episódio de estruturação ocorreu quando Maxwell, a partir da fórmula

$$K = n^2$$
$$(\text{poder dielétrico}) = (\text{índice de refração})^2$$

relacionou a constante dielétrica ao índice de refração, fenômenos que eram estudados separadamente.

Esta 'soldagem' de dois fenômenos tão diversos quanto a eletricidade e a ótica, sugere novas significações. Os fenômenos imediatos, óticos ou elétricos, tomam novo sentido. O índice de refração da luz passa ter um significado elé-

¹RA. p. 132.

²FN. p. 144.

trico e a constante dielétrica da substância, um significado ótico (...). Tem-se tudo quanto tudo é construído. A construção revela os valores da estruturação. Os fundamentos se estabelecem por recorrência. Vê-se o fundo a partir do cu-me.¹

Como o confirma o fato acima citado,

compreender um fenômeno novo não é simplesmente anexá-lo a um saber já adquirido, é reorganizar os princípios mesmos do saber, de maneira a que estes recebam bastante luz e que se possa dizer: deveríamos ter previsto o que acabamos de ver.²

Mas essa afirmação jamais poderá partir de uma pessoa isolada, devendo provir de um conjunto plural de membros da cidade.

O consenso a que chegam os cientistas não é, porém, uma conquista fácil. É alcançado por um árduo labor do dia a dia dos "trabalhadores da prova". E o caminho para chegar à verdade é o caminho da polêmica.

O racionalismo aplicado trabalha numa zona onde as provas são progressos, e o progresso uma prova. Uma certeza provada clareia uma verdade que superou uma polêmica; que pôde, por conseguinte, enfrentar uma polêmica.³

¹RA. p. 153.

²RA. p. 153-154.

³RA. p. 31.

E de onde surge, e como se desenvolve essa polêmica?

"Em todas as tentativas de racionalização, na multiplicação dos pontos de vista, nos labirintos da pesquisa".

"Creio que se é instruído contra alguma coisa, pode ser mesmo contra alguém e até contra si mesmo. É isto que dá aos meus olhos tanta importância à razão polêmica".¹

O ser instruído contra... significa em Bachelard que nada pode ser conhecido, ou seja, nenhuma verdade nova adquirida, sem antes se destruir no espírito o tecido de erros que lá já está instalado ou pode vir envolvendo ou penetrando a própria verdade nova.

Portanto, no "contra alguma coisa", a polêmica incide sobre o próprio conteúdo do saber. Em todas e em cada uma das noções científicas. E considerando que essas noções não estão no mesmo momento do seu desenvolvimento conceitual — uma estando no nível do empírico outra no nível do racional Kantiano, e outra em vias de dialetização, para só citar esses degraus — o processo de polemização terá diferentes características. Em alguns casos conservará certos aspectos de definição, em outros distinguirá aspectos, e em outros suprimirá, ou finalmente rejeitará conteúdos de nível racional menos elaborado.

Essa "alguma coisa" pode ser um bitolamento meto-

¹ER. p. 34.

dológico. A supressão de um dos termos da dialética teoria prática. A polêmica que Bachelard considera real e útil é aquela que se dá entre o pensamento racional e a atividade experimental: "porque é preciso participar do duplo progresso do pensamento teórico formulado em sistema racional e da atividade experimental agudizada pela técnica".¹

A polêmica "contra si mesmo" se implanta no interior do próprio cientista, numa atividade autopolêmica: "um valor de crítica sobre as experiências antigas e um valor de domínio sobre experiências novas". Um valor de crítica com relação ao conhecimento oriundo das idéias adquiridas: "antes de querer conquistar os outros, é preciso estar-se bem seguro de que não se é escravo das idéias que os outros nos legaram por pura tradição"².

Pela autocrítica, cada um deve submeter seu saber científico à instrução da ciência moderna. As novas aquisições provocarão retificações que chegarão até as noções de base.

Até mesmo, porém essas noções de base devem ser autocriticadas. Daí a proposta que Bachelard apresenta da construção do perfil epistemológico. Esse perfil aparece sob forma de um quadro com eixos coordenados em relação

¹MR. p. 8.

²RA. p. 50.

aos quais se situam os níveis de conhecimento.

Na abcissa de sua evolução, colocam-se regularmente os sistemas filosóficos, numa ordem idêntica para todos os conceitos, ordem que vai do animismo ao ultraracionalismo (ou do realismo ingênuo ao racionalismo dialético), em sucessão hierárquica. Esta evolução filosófica, porém, é ditada pela própria progressão do pensamento científico, sendo ele que ordena as filosofias no seu eixo próprio.

Tomaremos o perfil epistemológico da noção de massa para mostrar a auto-análise a que Bachelard se submete, obviamente indicando como poderemos também nos proceder a uma auto-análise.

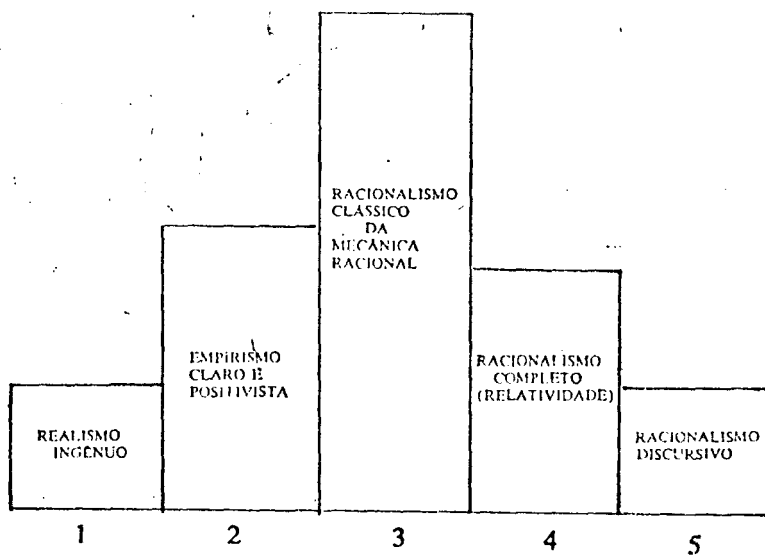


Fig. 2.12

Nas abcissas do diagrama estão os diversos sistemas filosóficos em jogo: realismo ingênuo, empirismo, racionalismo clássico, racionalismo completo (relatividade) e racionalismo discursivo (dialético).

O realismo ingênuo mergulha-nos numa apreciação quantitativa grosseira da noção de massa. Eivada dos aspectos noturnos do inconsciente, aliada aos aspectos culturais locais, prene de senso comum e de fantasia.

O autor acumula aí todo o acervo de associações simbólicas, metafóricas e espontâneas do conhecimento comum, contaminado de irracionalidade. Dessa forma, faz desfilar as imagens: a massa que torna um fruto maior está vinculada à avidez de uma criança gulosa. Contrariamente uma fruta que esconda sob a casca espessa uma ausência de polpa de massa conduzirá a uma frustração. A experiência de vida porém, conduz as pessoas idosas a já valorizarem as coisas independentemente do seu tamanho. Torna preciosa uma pequena pedra na concha da mão de um velho: sabe-se já que nem sempre o maior é o mais rico... Mas, contraditoriamente, o outro pressuposto desse realismo ingenuo é também que a massa em geral não será identificada como atributo num objeto de tamanho desprezível. De certo modo, ela só é considerada naquilo que cresce. Contudo fechando finalmente o ciclo dessa múltipla contradição, desde que se passe a admitir que possa ser pequena, ela terá de concentrar intensamente propriedades numa forma de riqueza profunda e íntima. Finalmente, a massa confundida, atra-

vês da construção cúmplice da linguagem, com seu homônimo "maça", passa a ser o instrumento da vontade de poder.

No âmbito do empirismo, a massa é indicada pela balança. Sua utilização é empírica e pré-científica. O instrumento precede à teoria da instrumentação. Os romanos constroem sua balança antes de conhecer as leis da alavanca; embora a comparação das massas se faça por intermédio da relação entre o peso e braço da balança, o usuário não alcança, esse saber, e a sua conduta é motivada por um pensamento empírico, sólido, claro e positivo, mas imóvel. Essa conduta tão útil e freqüente produz o aforisma: pesar é pensar.

Com o racionalismo clássico, a noção de massa entra num corpo de noções analisadas pelas leis racionais da aritmética. Seu valor pode ser deduzido mediante a formulação de Newton.

$$m = f/a \quad \text{Sendo:}$$

m = massa

f = força

a = aceleração

A determinação apriorística dessa relação enquadra o raciocínio de Newton na racionalidade kantiana do século XIX. Estamos no terreno onde se admite espaço absoluto, tempo absoluto, massa absoluta, separados e sempre reconhecidos. E tão independentes na conceituação que passam a ser átomos nocionais. Como já comentamos anteriormente, com eles se cria o sistema de medida C.G.S., abar-

cando tudo o que se mede. Bachelard confessa, que, tendo sido formado nesse pensamento, em sua infância e juventude, a maior parte das vezes em que considera a massa, o faz dentro dessa concepção.

Com o racionalismo completo o universo se reorganiza. As funções preponderantes não são mais externas. Interiorizam-se, o que era simples e unitário torna-se complexo. O átomo nocional é de uma extrema riqueza. A noção torna-se objeto de análise. A massa autodefinida independente da velocidade e se torna, no racionalismo completo de Einstein, uma função complicada da velocidade. A massa de um objeto é relativa ao deslocamento desse objeto. Definir o repouso é uma tentativa vã. Perde o sentido falar-se em repouso absoluto, ou em massa absoluta.

Do ponto de vista externo, a massa também se comporta diferentemente com relação às acelerações normal e tangencial. E sobretudo, a revolucionária afirmação: a massa não é heterogênea à energia. (Note-se a presença da filosofia do não).

— "Dize-me como te comportas e eu te direi quem és". A mecânica de Dirac é parte da concepção mais geral e mais totalitária do fenômeno da propagação. "A forma da propagação definirá o que se propaga". Dirac por meio das equações pluralizadas, estabelece o "quarteto que o matemático deve dirigir na sua mecânica para combinar as quatro funções associadas a qualquer propagação"¹. Seguindo-

¹FN. p. 35.

se a isto vêm os momentos magnéticos e elétricos, os spins, e eis a massa dialetizada. Nos termos finais do tratamento matemático, surge a massa positiva, em tudo coerente — ou tornando-os coerentes, — com os racionalismos anteriores, e a noção de massa negativa, a instigar e desafiar a mente dos cientistas, incapazes ainda de fornecer-lhe uma expressão experimental. Uma solução teoricamente precisa e inegável de um fenômeno ainda desconhecido. Diante disso, a cidade da ciência fará a única pergunta cabível: Por que não?

O perfil que Bachelard traça de si mesmo, indica pouco uso da noção de massa oriunda desse racionalismo dialético.

E finalmente, após esses parênteses retomo à questão da polêmica no seu aspecto final. Polemizar contra alguém. Com nossos contemporâneos na construção das provas. Discussão que se efetiva nos parâmetros de determinado estilo. Essa polêmica não se instaura a propósito de questões gerais, mas sobre situações aplicadas, ou seja, sobre situações problematizadas.

A problematização garante uma unidade de discussão, mesmo que os membros da polêmica tenham diferentes especializações. Aliás, a problematização abre talvez a única possibilidade eficaz para trabalho interdisciplinar.

Estamos reunidos aqui para multiplicar os problemas e aumentar sua dificuldade, para entrever ques-

tões no próprio domínio para o qual trazemos respostas. De tal modo que, ao nos separarmos, tenhamos a consciência de ter ganhado, com um acréscimo de tarefas, o dinamismo espiritual que nos permitirá cumprí-las.¹

Diz Bachelard, citando Marx, "colocar uma questão é resolvê-la", porquanto são as questões, e não as respostas, que traçam o roteiro das buscas que constituem o processo.

Mas, sendo o problema um elemento tão importante para o conhecimento científico, acredito ser necessário alinhar alguns dos comentários e reflexões colhidos ao longo da obra de Bachelard a esse respeito.

O racionalismo aplicado estabelece o objeto como matéria do problema e o sujeito como consciência do problema.

O problema a resolver põe o ser pensante no limite do seu saber, após ter feito a enumeração dos próprios conhecimentos adequados à sua resolução, e ter ainda dinamizado bases do próprio conhecimento, pondo-as em questão. Dessa forma, o problema constitui o "cume ativo" da pesquisa.

A mobilização da inteligência opera por meio da dinâmica dos momentos: fundamentação dos conhecimentos, exigência de coerência, instauração da dialética, emer-

¹ER. p. 34.

gência e solução do problema.

É o problema que permite ao cientista chegar ao outro, ou aos outros. Não há necessidade de identidade completa. Há necessidade de se constatar o mesmo problema. Se o outro reluta em constatar, pode ser convocado pela obrigação de constatar:

Já que eu reconheço que o que acabo de pensar é uma normalidade para um pensamento normal, tenho meios de te forçar a pensar o que eu penso. Com efeito, pensarás o que eu pensei na medida em que eu te torne consciente do problema cuja solução acabo de encontrar.¹

E se o outro, não constatando gratuitamente, ou induzidamente, permanecer inatingível, o cientista poderá "obrigá-lo" a constatar mediante um "acordo discursivo": "não à base do que se possui em comum, mas à base do que chegará a ser comum". Esse movimento de apelo é assim descrito por Bachelard:

Penso que tu vais pensar o que acabo de pensar, desde que eu te informe do acontecimento de razão que acaba de me obrigar a pensar à frente daquilo que eu pensava.²

O problema não pode ser um fato isolado, mas uma correlação, no mínimo, de leis. Lancemos mão de um exem-

¹RA. p. 58.

²RA. p. 58.

plo:

Um fato que não está ligado a uma lei arrisca-se a ser mal compreendido.

Quem compreendeu a teoria científica do ponto de orvalho, tem consciência de carregar uma prova definitiva que encerra uma antiga controvérsia. Renan acreditava consertar um erro com outro: 'ao vulgar se afigura que o orvalho cai, do céu, e se apieda do cientista, que afirma que ele sai das plantas'. As duas afirmações são igualmente falsas, trazendo a marca de um empirismo sem organização de leis. A técnica do higrometro, como os de Daniell ou de Renault, dá uma garantia de objetividade menos fácil de obter através de uma observação 'natural'. O fenômeno do orvalho é racionalizado pela lei fundamental da higrometria, que liga a tensão de vapor à temperatura. Apoiado na racionalização de tal lei, pode-se, sem contestação possível, resolver o problema do orvalho.¹

Com a garantia de ter formulado o mesmo problema, as pessoas podem se unir na prova.

Ademais, a solução de um problema confere uma nova clareza ao seu enunciado; como configura também: "a consagração do método, a prova da eficácia do pensamento e a socialização da verdade". Enfim, a solução de um problema "benefica-se dos valores de uma descoberta bem ordenada".²

¹RA. p. 52.

²RA. p. 58.

As filosofias são insuficientes para analisar o conhecimento científico. No "espectro" de pensamentos filosóficos, que têm por eixo a atividade de criação científica, Bachelard, praticamente cria a idéia da não-filosofia como a única capaz de servir à ciência. No eixo central está o padrão de conhecimento na sua expressão mais válida.

Esse padrão ^{de} conhecimento, para Bachelard, é a atividade de conhecimento científico em sua polaridade interativa: teoria e técnica. Assim, essa polaridade passa a ser o eixo de organização da própria filosofia, tomando o lugar da teoria do conhecimento. Se dobrarmos a figura ao longo desse eixo central, cada posição filosófica se justaporá à posição que se lhe opõe na ordem das idéias: idealismo-realismo, convencionalismo-empirismo, formalismo-positivismo. Há também, nessa análise "espectrográfica" das filosofias, uma graduação segundo a qual as filosofias que se dão por estritamente ligadas à ciência estão mais próximas do eixo central.

Para Bachelard o movimento do centro para o idealismo significa um mergulho gradativo na impotência; e aquele do centro ao realismo com avanço crescente na irracionalidade.

Observa-se de fato que esses níveis de abordagem estão deslocados do centro onde se processa realmente o ato de conhecer. O que a Figura 2.1.3 indica é que todas as teorias do conhecimento ali referidas são falhas e imprecisas, só sendo eficaz aquela não filosófica. Pois bem, o que está dito é que o cientista, quando sai de sua perspectiva e adota uma perspectiva filosófica de outrem, incide em falta. Assim sendo, Bachelard lhe pergunta: "qual a filosofia de vossa prática?" e ele mesmo responde "os sábios não professam sua própria filosofia. Porque a construção dialética cumprida na prática, no trabalho, impede que a falta de lucidez filosófica imobilize o trabalhador da ciência".¹ Se a experiência e a teoria não se ajustam, o matemático e físico não declarariam que a ciência está em crise, como faria o filósofo que os observa (segundo Bachelard), mas tratariam de trabalhar mais; um reveria sua teorias e reformularia novas hipóteses, outro depuraria sua experiência e controlaria seus instrumentos. Nenhum dos dois se recusaria a reconstruir da base o edifício de sua ciência. "Contudo, essa dialética espontânea aí presente, embora operante, se for ignorada deixará cego quem a pratica para as resistências do pensamento que se opõe seu pensamento".²

É neste justo momento e que o obstáculo epistemológico é reintroduzido.

¹MR. p. 20.

²RA. p. 2.

Idealismo
Convencionalismo
Formalismo
Racionalismo aplicado e Racionalismo técnico
Positivismo
Empirismo
Realismo

Fig.2.1.3 Espectro filosófico

Hã divisões, territórios, há "distritos" nessa cidade dos cientistas. São os domínios da cultura especializada. Essa acaba sendo a garantia de aprofundamento, de confiabilidade e só o especialista tem crédito para dialogar com outros especialistas e daí chegarem ao pensamento científico integral, capaz de resolver problemáticas de maior vulto. Sob dois argumentos, Bachelard valoriza a especialização do pensamento científico: "(ela) tem uma recorrência tão profunda na direção do passado do saber, que redescobre toda a eficácia dos pensamentos gerais e estimula as especializações paralelas". Em suma, "pela verificação detalhada, atualiza a generalidade e prepara a dialética".¹

¹Act. p. 11.

Vejamos o caso de um instrumento. Todo instrumento especial, qualquer que ele seja, retifica uma "utilidade" muito vaga, muito próxima de uma necessidade primitiva...

Certamente podemos nos servir de qualquer corpo sólido para construir uma alavanca (satisfazer bastante ao desejo de potência); mas realizaremos melhor esta ação da alavanca, e provamos que a compreendemos, se nos utilizarmos de uma barra de ferro. Especializamos então um instrumento. Se ele falhar, procuraremos mais inteligentemente um substituto (...). Em segundo lugar estão as culturas especializadas, mais facilmente abertas às substituições".¹

Basta acompanhar o progresso essencialmente dialético dos pensamentos e técnicas especializados.

O aperfeiçoamento do detalhe obriga a refazer os processos de fabricação (...). A cultura especializada reage mais rapidamente ao fracasso e sofre uma maior solicitação à retificação".²

A especialização é a garantia da cultura profunda.

Sem ela, a cultura científica seria uma ferramenta sem ponta, uma tesoura cega (...). Determina um

¹ Act. p. 12

² Act. p. 12

engajamento. Tem sempre uma tarefa, nem sempre, porém, a mesma. Possui aplicabilidade e aplicação. Não é um pensamento vagabundo. Errante. Nem preso a vagas questões (...). Tem uma potência de fixação que não rejeita as objeções, rejeita as distrações.¹

Por outro lado, um "verdadeiro sábio" não se instala em sua especialidade, muito ao contrário. Ele é o mais forte e o mais bem equipado para descobrir os novos fenômenos.

Não há especialização sem socialização.

A especialização é uma vitória da sociedade dos sábios. Não se trata do indivíduo sozinho, arraigado a seus primeiros hábitos, aprisionado ao mesmo instrumento ou ao mesmo método dos primeiros trabalhos. A especialização científica é o contrário dessa escravidão primitiva. Ela dinamiza o espírito por inteiro. Trabalha sem cessar na vanguarda do trabalho.²

Sua experiência no ensino de física e da química, bem como seu pensamento de epistemólogo, permitiram a Bachelard indicar ou propor, ao longo de sua obra algumas diretrizes pedagógicas que considero valiosas e oportunas.

¹Act.p. 12-13.

²Act.p. 14.

Para atribuir-lhe o justo valor torna-se necessário ter em mente que na maioria das vezes a "escola" de que ele fala nada mais é que a própria função formadora da cidade dos cientistas, recebendo dela, por extensão, o caráter de confiabilidade, e configurando o espaço onde os próprios cientistas são por ofício eternos aprendizes. Dessa forma, "os sábios freqüentam as escolas uns dos outros". Porque a ciência progride sem cessar; porque a cultura técnica se transmite em aplicações; porque as especializações se multiplicam; porque a integração dqs epistemologias racionais se faz necessária.

Aquele que não tem o espírito aberto para o aprender renega sua condição de ensinante e, sobretudo, de produtor do que vai ser ensinado.

Alguns aspectos no seu discurso educativo se destacam.

A ação educativa é dialetizante.

Existe, como marca de uma pedagogia saudável e eficaz, a interação recíproca ensinante-ensinado, e a polaridade dos termos deve-se exercer alternadamente ou oscilantemente na dupla professor-aluno.

Descreve dois comportamentos usuais do professor:

Existe o professor que oprime ou sobrecarrega o estudante com sua vigilância; que quer se imiscuir na intimidade do seu espírito; que insiste não só em que o aluno aprenda, mas que o faça à maneira dele, professor. Levan-

do o tipo à caricatura, seria o professor do caderno de notas detalhado e cópia fiel do seu próprio com o mesmo ritmo e a mesma bitola.

Ou o professor mais preocupado em vigiar os conhecimentos que transmite ^{do que} em vigiar a "digestão" que deles faz o aluno.

Sugere porém um outro melhor:

Tudo mudaria se se colocasse o problema da vigilância na dialética do racionalismo ensinante e do racionalismo ensinado. Então a crítica iria nos dois sentidos, não só do mestre para o aluno mas também do aluno para o mestre.¹

E nesse momento Bachelard aponta um movimento dialético no interior do processo educativo. E a crítica, como clima necessário, se instaura inicialmente como vigilância.

E que viria a ser essa vigilância?

Em sua forma mais simples, seria a espera "de um fato definido, a localização de um acontecimento caracterizado". Nesse nível, seria uma atitude empirista do espírito. A espera sem surpresa.

Em segunda instância, é a vigilância da vigilância, função que Bachelard representa sob forma exponencial, re-

¹RA. p. 76.

correndo a uma expressão matemática: (vigilância)².

Esta só pode aparecer no 'discurso do método' quando a conduta ou o pensamento encontraram os métodos e avaliaram os métodos (...). A vigilância assim vigiada passa a ser ao mesmo tempo consciência de uma forma e consciência de uma informação (...). Uma educação científica lucraria em explicitar essa vigilância que é a nítida consciência da aplicação rigorosa de um método.¹

"A psicanálise do conhecimento objetivo e do conhecimento racional trabalha nesse nível, aclarando as relações entre a teoria e a experiência, da forma e da matéria, o rigoroso e o aproximativo, o certo e o provável — todas elas relações dialéticas, a exigirem 'censuras especiais' para que não se passe sem precaução de um termo ao outro.²

Em terceira instância:

- a vigilância da vigilância da vigilância - (vigilância)³ (...), que vigiaria não só a aplicação do método, mas o próprio método (...). Expô-lo-ia a situações de prova ou arriscaria em experiências as certezas racionais. Ou por ocasião da ocorrência de crises de interpretação de fenômenos devidamente constituídos.³

¹RA. p. 79.

²RA. p. 79.

³RA. p. 80.

Essa vigilância de terceira ordem é livre para questionar a própria historicidade, não podendo ter em face do passado e da consagração nenhuma timidez.

Em termos de metodologia, Bachelard preconiza a utilização de problemas e o método da descoberta:

em suma o empirismo começa por registrar fatos evidentes; a ciência denuncia essa evidência para descobrir 'leis ocultas'. São há ciência do que está oculto. Nestas condições, poder-se-á dar como axioma da epistemologia: 'descobrir' é a única maneira de 'conhecer'. Correlativamente, fazer descobrir é único método de ensinar.¹

Os próprios professores substituem as descobertas por lições. Contra esta indolência intelectual que nos priva pouco de nosso senso das novidades espirituais, o ensino das descobertas ao longo da história científica é de grande valia. Para ensinar os alunos a inventar, é bom dar-lhes o sentimento do que eles teriam sido capazes de descobrir.²

Essa indicação, relacionada a outras perspectivas do seu pensamento, permite-nos apresentar como proposta não explícita de Bachelard, que o método histórico descoberta (ou epistemológico), associado ao método ativo da redescoberta (para o aluno descoberta), constitui uma feliz conjugação para servir de norte à aprendizagem da

¹RA. p. 38.

²FES. p. 247.

ciência.

Também na aprendizagem Bachelard valoriza o erro.

Mas de que erro ele fala?

Por certo não daqueles, que considera imperdoáveis, cometidos por desatenção. Ou daqueles corriqueiros, meras distrações de uma cabeça fatigada; tampouco das afirmações gratuitas, oriundas da falta de esforço de pensar.

Trata-se do erro que designa por comum e normal. Do tipo ocasionado por efeito da presença dos obstáculos epistemológicos, e cuja localização e erradicação exigiriam uma ação mais profunda. Erros cuja descoberta e caracterização constituiriam uma tarefa a mais dos cientistas da cidade.

É preciso determinar abstrações cada vez mais finas, eliminando erros cada vez mais capciosos. Para essa pedagogia fina, seriam necessárias sociedades científicas complexas, sociedades científicas que redobrarão esforço lógico com um esforço psicológico.¹

Chegamos então ao momento da erradicação dos obstáculos. Sua diagnose na mente do aluno, como substrato contaminante das aprendizagens novas, é uma tarefa difícil mas indispensável.

¹FES. p. 18.

Mas, a noção de obstáculo epistemológico ^{pedagógico} é igualmente desconhecida.

Surpreendeu-me várias vezes o fato de que os professores de ciências, mais que os outros, se isto é possível, não compreendem que não se compreenda. Poucos são os que penetraram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão.¹

Ademais, continua Bachelar citando Gerard Varet -

os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma lição, que se pode sempre refazer uma cultura relaxada repetindo uma aula, que se pode fazer compreender uma demonstração simplesmente replicando-a ponto por ponto.²

O professor, conclui ele,

não refletiu no fato de que o adolescente chega à aula com conhecimentos empíricos já constituídos (...) Que a cultura científica deve começar por uma catarse intelectual e afetiva. Sem considerar que a remoção dos obstáculos ainda não é tudo, sendo a tarefa mais difícil por a cultura científica em estado de mobilização permanente: - substituir um saber fechado, estático, por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, dar enfim,

¹FES. p. 18.

²FES. p. 18.

ã razão, razões para evoluir.¹

Mas o primeiro passo será, sem dúvida, a remoção dos obstáculos. Um mergulho lúcido e profícuo no erro.

Nas palavras de Bachelard, quem ensina, comanda. E isso acarreta uma série de atos instintivos, que pesam. Ele jamais viu um educador mudar seu método pedagógico, e, citando Monakow e Mourgue, confirma:

há indivíduos para quem todo conselho relativo aos erros de educação que cometem é absolutamente inútil, porque os ditos erros nada mais são que a expressão de um comportamento instintivo (...). E a relação professor-aluno, continua, é uma relação facilmente patogênica.²

No rol dos obstáculos epistemológicos, há alguns mais presentes na escola, embora também atuantes em outros ambientes da "cidade". Partirei do primeiro obstáculo, denominado a experiência primeira. Trata-se daquela experiência feita antes de qualquer possibilidade de crítica, ou até mesmo posta acima da crítica. E, não sendo criticada, não pode ter uma base segura. Há uma valorização dos sentidos,

¹FES. p. 18.

²MONAKOW V.M.A. et MOURGUE... apud FES p. 19.

uma espécie de romantismo que pretende receber diretamente suas lições por meio do dado claro, nítido, seguro, constante, sempre oferecido a um espírito sempre aberto.¹

O caminho pretensamente instrutivo do fato colorido e diverso: trata-se agora de um estilo fútil e frívolo, que expõe os fatos científicos como divertimento, como se costumava fazer nos serões das cortes, no século XVIII, a propósito da astronomia. A ciência, apresentada pitorescamente, falseia o fenômeno. Esse empirismo colorido não exige que se compreenda, basta apenas ver. Este pensamento pré-científico, às vezes ainda presente, "não procura a variação mas a variedade". E é como espetáculo de variedade que os demonstradores procuram efeitos dramáticos. Nada ficou, além do espanto, na memória e inteligência dos que já viram um professor criar em classe uma explosão (didática!).

A busca da variedade é nociva porque faz passar o espírito de um objeto a outro, sem método; visa apenas a extensão dos conceitos; enquanto a pesquisa da variação prende-se a um fenômeno particular e tenta objetivar todas as variáveis, provar sua sensibilidade.²

Para despertar interesse é fácil recorrer às vezes

¹FES. p. 23.

²FES. p. 31.

ao encantamento. Fazem-se então experiências que divertem, mas não instruem.

O pitoresco da imagem conduz à adesão a uma hipótese não verificada (...). Isso é muito comum em certos projetos adolescentes, como previsões científicas próximas, e oferecidas a um público literário que deseja ver aí uma vulgarização positiva.¹

Outro tipo de deformação é o exagero de imagens, analogias e metáforas. Podem ser o centro de um falso interesse. Seria bom que o professor tratasse logo de extrair o abstrato do concreto. Lembrar que a experiência é feita para ilustrar um teorema. "Melhor uma ignorância completa que um conhecimento privado de seu princípio fundamental."²

É preciso desconfiar de certas "racionalizações" sobre um fato que é sobrecarregado de tamanho valor declarativo primordial, que não é discutido nem interpretado. Sobre tudo porque rejeitamos "quem venha discutir nossos conhecimentos elementares, ou nossos tesouros pueris, adquiridos mediante nossos esforços escolares"³. É por isso que citando Castel, Bachelard faz sua afirmação:

O método dos fatos, pleno de autoridade e de domínio, arroga-se um

¹FES. p. 36.

²FES. p. 40.

³FES. p. 41.

ar de divindade que tiraniza nossa crença e se impõe à nossa razão. Um homem que raciocina, que demonstra, me toma por um homem: eu raciocino com ele; ele me deixa a liberdade do julgamento; e só me força pela minha própria razão. Aquele que grita - eis um fato! - me toma por um escravo.¹

Finalmente uma advertência a certo romantismo ainda muito presente: "dã-se sempre grande importância ao que é natural (...). O espírito "pré-científico pretende sempre que o produto natural seja mais rico que o produto feito (artificial).²

O obstáculo verbal consiste no emprego abusivo de imagens familiares. Em 1782, Marat explica a máquina elétrica por comparação com uma bomba hidráulica. Hoje, usa-se a analogia da bomba para clarear as idéias abstratas da diferença de potencial, corrente e intensidade elétricas. Outrora, a imagem vinha da teoria, agora vem depois.

A imagem da esponja oferecia no passado um bom exemplo de como uma só palavra constitui toda uma explicação.

Constrói-se uma teoria mental (denkmittel do empirismo ingênuo, neste caso) que explica de uma só vez: o ar, a compressibilidade, a rarefação, a miscibilidade com a água etc.

¹FES. p. 41.

²FES. p. 31.

³FES. p. 31.

Só que o vigor da metáfora confunde a compreensão. "Semelhante à esponja no passado, seria bastante proveitoso estudar hoje a noção de poro"¹. Em que nível ainda está presente a idéia de que "a porosidade é uma propriedade geral dos corpos"?²

Não se quer dizer com isto que a ciência não use imagens, mas se usar, deve fazê-lo cercada de garantias de coerência com a teoria, e sempre apresentando-as nos limites corretos de interpretação.

Outro obstáculo a ser considerado é o do conhecimento quantitativo. Os riscos, no reino da quantidade, são também os dos extremos: um matematismo vago ou um matematismo muito rigoroso.

O excesso de precisão no âmbito da quantidade corresponde a um excesso de pitoresco no terreno da qualidade.

Medir exatamente um objeto fugaz ou indeterminado, medir exatamente um objeto fixo e bem determinado com um instrumento grosseiro, eis dois tipos de ocupação inútil que a disciplina científica, rejeita de saída.

É preciso refletir para medir, e não medir para refletir.³

Preparar-se para medir um objeto primitivamente mal definido é discutir as condições de seu estudo, determinar a sensibilidade e a singularida-

¹FES. p. 79.

²FES. p. 79.

³FES. p. 213.

de de seus instrumentos. Cuidar mais do método de mensuração do que propriamente do objeto de sua medida. Porque o objeto medido não passa de um grau particular da aproximação do método de medida.¹

A correspondência entre a precisão dos resultados e a precisão da medida é necessária.

Quantas vezes um estudante crê que o método da resolução está no número de decimais da resposta. Se a precisão do resultado ultrapassar a dos dados experimentais, ele terá feito exatamente a determinação do vazio.²

Finalmente, dentre todos os obstáculos, o substantialista é o mais complexo e mais difícil de ser destrinchado. É descrito como tentacular. Um monstro de várias extensões. Basicamente, consistiria em permanecer no erro de que cada propriedade está univocamente ligada a uma determinada substância. E, dependendo dessas diversas qualidades, teríamos um substancialismo do oculto, um substancialismo do íntimo e um substancialismo da qualidade evidente.

O primeiro caso ocorre com bastante frequência. Seria a designação de uma qualidade oculta por meio de detalhes empíricos ligados a uma substância ou substantivo:

¹FES. p. 213.

²FES. p. 214.

"parece que bastaria uma palavra grega para que a virtude hipnógena (qualidade oculta) do ópio de fazer adormecer (detalhe empírico) cessasse de ser um pleonasma".¹

O substancialismo íntimo, ou o mito do interior, é fértil em intuições. Como se sente no pressuposto "de que todo envelope parece menos precioso, menos substancial que a matéria envelopada"². É a intuição da capacidade. "É preciso que qualquer coisa 'encerre' e que a qualidade profunda seja encerrada"³. A partir disso, verifica-se a presença da outra intuição, a de "que toda substância tem um interior; melhor, que a substância é um interior"⁴. E mais adiante, que é "preciso achar sempre uma chave para abrir a substância (...). Para alguns autores essa chave é uma outra substância que abrirá a primeira"⁵. (Usa-se ainda em química a expressão abrir um minério ou mineral com ácido forte).

Prosseguindo no mito do interior

o realista acumula então na substância, como um homem providente em seu celeiro, as virtudes e as forças, sem se dar conta de que toda força é relação.⁶

¹FES. p. 97.

²FES. p. 98

³FES. p. 98.

⁴FES. p. 99.

⁵FES. p. 99.

⁶FES. p. 102.

Por fim, em terceiro lugar, a substancialização de uma qualidade evidente. Por meio desse equívoco, o fenômeno imediato é tomada como signo de uma propriedade substancial.

Vinculam-se simplesmente os elementos descritivos de um fenômeno a uma determinada substância, sem nenhum esforço de hierarquia, sem determinação precisa e detalhada com outros objetos.¹

Se uma poeira se cola a uma parede eletrizada, a eletricidade é então uma cola.

Da prática da "comunhão social do racionalismo ensinado e ensinante" surge, a escola tão idealizada por Bachelard, que a considera invulnerável às utopias filosóficas e infensa ao idealismo. Nela quem fala é a ciência, não o homem: "porque o homem hesita, e a escola (em ciências) não"². A escola opera numa totalidade maior: a escola em ciências engaja. Compromete e se compromete.

Nessa escola, por vezes confundida em seus limites com a própria cidade científica, o livro ocupa um lugar muito importante. Ele constitui uma nova categoria — o bibliômeno — ao qual se dará atenção, assim como os filósofos dão ao nûmeno e ao fenômeno. Na verdade para o autor, a ciência não se fará sem essa espécie de ser. O

¹FES. p. 102.

²Act.p. 8.

livro (nome genérico de publicação) é fonte de informação, lugar de registro da vida da cidade científica, transmissor da verdade depurada até aquele instante, depositário dos erros a serem retificados, testemunho histórico do que a ciência constrói.

Rejeita o livro de divulgação como elemento não-científico. E considera útil a censura sobre a coerência e a organização desses livros desejadas pelas forças culturais legítimas.

O livro seria, então, o lugar de expressão do pensamento científico, pois esse pensamento é ele próprio

um livro ativo, ao mesmo tempo audacioso e prudente, um livro de ensaio, um livro do qual já se deseja lançar uma nova edição melhorada, refundida e reorganizada.¹

O livro tem para ele tal importância, que o número de livros existente sobre determinado assunto serve para confirmar a "existência" e a importância do mesmo: "existir para o livro já é uma forma de existência tão humana, tão solidamente humana..."².

Finalmente, sua última idéia, mas não a menor: a socialização do ensino. Eis que Bachelard preconiza, co-

¹ Act. p. 8.

² Act. p. 9.

mo uma das necessidades decorrentes da própria ciência, um ensino socializado e socializante. A aprendizagem se fundaria muito mais nas atividades de grupo de alunos que na própria ação do professor. Uma aprendizagem mais fundada sobre atividades dos grupos de alunos consensualmente constituídos, do que na ação mesma do professor, considerando que o meio dos jovens é mais formador que o dos "velhos" e os companheiros mais importantes que o "mestre".¹

Num ambiente assim constituído, entre seus pares, nivelados em saber linguagem e interesse, os jovens desenvolveriam sua personalidade num espaço mais amplo. Bachelard se refere ao poder constritor do saber pressuposto dos mais velhos (pais e mestres), que atua como inibidor do crescimento científico e global dos moços.

Acrescenta ainda que se deve privilegiar o instinto de objetividade social, garantia de uma vivência grupal, até mesmo sobre o instinto de originalidade, que se tem valorizado tanto, e que talvez seja indutor de um comportamento individualista. A ciência que Bachelard apresenta é ascética, desprovida de interesse sensível, trilha de despojamento e aridez. As alegrias são da ordem da estética do espírito e da liberação dos erros passados.

¹FES. p. 244.

3. PROPOSTAS DE ATUAÇÃO

A partir do corpo teórico já utilizado na apreciação dos dados da realidade, torna-se possível também concretizar propostas de atuação visando um melhor equilíbrio da relação ensino-pesquisa.

Acredito porém que, no tocante a algumas dessas propostas a atuação se resumirá à problematização, ou seja, à busca e ao aprofundamento das questões prioritárias; outras, porém, poderão chegar a linha de ação, a partir de atividades já iniciadas passíveis de reformulação ou incrementação.

Como recomendações para essas futuras pesquisas, e possíveis ações, destaco:

3.1. Embasamento epistemológico do ensino e da pesquisa

3.1.1 valorização do erro e realce da interferência dos obstáculos epistemológicos.

3.1.2 revisão crítica e reformulação de perspectivas metodológicas.

3.1.3 dialetização da prática do ensino e da pesquisa.

3.1.4 ativação da polêmica como momento construtor.

3.2. A socialização Efetiva e Ampla da Química, com a Análise de suas Consequências

3.3. A localização, caracterização e avaliação da cidade dos cientistas químicos

Como se verá a seguir, não avancei igualmente no que diz respeito à exploração e ao aprofundamento de todos os problemas. Alguns deles exigiriam um trabalho minucioso e prolongado, que escapa aos limites desta dissertação: nesses casos apenas indicarei temas para uma investigação ulterior; é o que ocorre com os itens do tópico 3.1, referente à fundamentação epistemológica do ensino e da pesquisa.

Quanto aos outros tópicos 3.2 e 3.3 não pude chegar ao traçado de planos de pesquisa, quis apenas apontar, sem qualquer pretensão de apresentar uma proposta acabada, alguns focos de contradição e as questões mais agudas a serem objeto de futuros debates e reflexões.

3.1 Embasamento epistemológico do ensino e da pesquisa

3.1.1 Valorização do erro e realce da interferência dos obstáculos epistemológicos

Antes de chegar à utilização do erro que Bachelard designa por comum e normal erro que constitui a trama em que viceja a verdade, e, mero efeito da presença dos obstáculos epistemológicos; necessário é erradicar os outros erros mais corriqueiros, mais primários, isto é os que são provenientes:

- de afirmações gratuitas

- da incompreensão
- do lastro de conhecimentos empíricos falsos já constituídos.

Numa primeira análise, verifico que eles se manifestam sob formas variadas, das quais citarei apenas algumas:

- lacunas ou regressões

pela ignorância do processo de desenvolvimento da química a propósito de qualquer de suas categorias: fato, conceito, lei, método, teoria, etc.

- distorções da realidade científica

existentes nos manuais e na literatura química em geral ou mesmo na tradição oral da ciência divulgada e decorrentes da ignorância ou de vícios de pensamentos dos emissores. Trata-se de um erro pelo qual se qualifica como certo, acabado e incontestável algo ainda controvertido.

- falhas psicogenéticas (metodológicas com relação ao ensino-aprendizagem)

lacunas de esquema de assimilação, falhas do encadeamento lógico, troca ou deformação de operações mentais, deficiência de informação, etc.

No que toca ao ensino, alguma coisa vem sendo fei-

ta, mas fragmentada em estratégias que não se subordinam a nenhuma intenção mais abrangente. São frequentes as pesquisas dedicadas à avaliação da aprendizagem e a sua correspondência ou não aos objetivos predeterminados: assim também, é comum a análise dos erros cometidos em questões de estudo dirigido, instrução programada, provas, testes, exercícios, etc.

Nos trabalhos de Frazer⁵²⁻⁵³, por exemplo, nota-se a preocupação de detectar se a falha resulta de falta de informação ou de um raciocínio falso. Mas não se especula na maioria das vezes sobre a origem desse raciocínio falso.

Outras análises buscam vincular os erros à falta de conhecimento, sem se analisar contudo porque a falta de conhecimento costuma ser especialmente freqüente em determinados assuntos. Certa prova de vestibular acusa grande incidência de erro na seguinte questão: "pela ação do bicarbonato de sódio, o ácido clorídrico é transformado em tetracloreto de carbono". A resposta certa seria afirmar a falsidade da afirmação. Os autores das provas se surpreendem com o grande número de respostas erradas, e "concluem": "os candidatos desse grupo ignoram uma reação simples da ação de um ácido sobre um sal". Pergunta-se, porém, por que? Quanto de nós se deram ao trabalho de averiguar como são percebidas pelos alunos as estruturas subjacentes às fórmulas, dos ácidos e dos sais? Se o aluno não percebe que o HCl na água é fragmentado em espécies

H^+ e Cl^- , que o bicarbonato se dissocia em HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ e H^+ e que o CCl_4 não se dissocia; não compreenderá as partes que se deslocam e se recombina, ou as que se mantêm separadas. Para eles, a leitura das fórmulas nada revela a respeito dos grupos atuais ou em potencial, que viabilizam suas possíveis recombinações.

Há alguns estudos dedicados à identificação e revelação dos erros presentes nos manuais de química. Numa das sessões mais importantes do Journal of Chemical Education, "Textbook errors", iniciada em 1955 por Mysels são listados vários erros encontrados em livros didáticos, na maioria das vezes em mais de um deles. Pareceu-nos interessante apresentar a relação de alguns desses erros mais frequentes (ver Quadro 3.1). De muita importância é a utilização de técnicas exploratórias para detectar os vínculos que unem conceitos fundamentais a outros conceitos associados, no intuito de verificar a possibilidade de sua inserção numa estrutura de conhecimento que os torne definitivamente assimilados, ou seja, apreendidos. Alguns pesquisadores¹ do ensino de química no Brasil adaptaram o método que designaram por "método de anel" de Schaeff. Em comentários sobre os resultados da pesquisa, aludem a "associações incoerentes" apresentados pelos alunos que foram o alvo desse estudo. Parece-nos que aí reside uma possibilidade não explorada da técnica, possibilidade que consiste exatamente em verificar as associações ilógicas, e muito

¹FELICISSIMO, A.M. et alii. Ciência e Cultura 34, 7, 526, 1982.

provavelmente inconscientes que sobrecarregam o conceito de irracionalidade, constituído possivelmente a ganga do realismo ingênuo de que fala Bachelard.

Cada erro específico, ou associado a outros, exigirá um esforço de localização, identificação, caracterização, determinação de sua extensão e profundidade, um diagnóstico de suas causas, a avaliação e a retificação do seu grau.

Após a erradicação desses erros chegar ao erro comum, de que fala Bachelard, aquele que é efeito de força dos obstáculos, é uma importante tarefa à espera de um trabalho conjunto em equipes em que se entrossem professores e pesquisadores químicos, contando, quando possível, com a valiosa colaboração de especialistas em psicologia do conhecimento e em epistemologia.

Pareceu-me também de real interesse a aplicação, em laboratório, de experiências que são como que o antídoto, ou a verificação da presença de um dos obstáculos epistemológicos mais combatidos por Bachelard: o da intuição ou da experiência primeira. Trata-se de compor situações experimentais em que o aluno certamente chegará a uma conclusão falsa caso se deixe levar apressadamente por uma primeira evidência. Há uma modalidade de laboratório de ensino que utiliza experiências enganosas: constitui-se de pequenos problemas experimentais, que, mediante a menos empírica especulação posterior, permitirão identificar a falsidade de cada situação. Cito um experimento que pode ser

esclarecedor:

Num bēquer, são colocadas em mistura as substâncias: água e pentano; após agitação, elas se separam, formando dupla fase líquida. Pela observação, os compostos são imiscíveis. Sugere-se ao aluno verificar a miscibilidade, recolhendo a primeira fase (uns 10 mil), deixando fora a porção do encontro das fases, e coletando outra alíquota da segunda fase. A análise da camada aquosa não indica a presença do pentano; a análise da fase orgânica, ao se pôr CuSO_4 , vai indicar a presença de água. Pedese ao aluno que interfira experimentalmente e interprete o fenômeno.¹

¹DERKSE, W. J. Chem. Ed. 58, 7, p. 566, 1981.

QUADRO 3.1.1.1
Erros em Livros Didáticos

| TÓPICO | ASSUNTO | TIPO DE ERRO |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Estrutura atômica e molecular | orbitais de | - equivalência, degenerescência, níveis de energia (1) |
| | níveis de energia das orbitais atômicas | |
| Estudo de sistemas químicos | momento magnético de sistemas atômicos e moleculares | - imprecisão nas dimensões e unidades (2) |
| | elementos metálicos | - afirmações incorretas sobre os critérios de caracterização (3) |
| Equilíbrio | diagramas de fase binários | - falta de clareza, indistinção entre eutético e composto (4) |
| | conceito de ácidos e bases | - erros na caracterização da força do par ácido-base conjugados (5) |

- FONTES: (1) COHEN, J. J. Chem. Ed. 38, 138 (1961).
 (2) EBERHARDT, W.H. J. Chem. Ed. 48, 829 (1971).
 (3) MYERS, R.T. J. Chem. Ed. 56, 712 (1979).
 (4) ALAN, B. J. Chem. Ed. 46, 594 (1969).
 (5) MASTERTON, W. e SLOWINSKI, 1978, p. 460.

| TÓPICO | ASSUNTO | TIPO DE ERRO |
|------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Eletroquímica | condutividade equivalente | - imprecisão quanto às concentrações (1) |
| | condutividade dos complexos | - discriminação insuficiente na definição dos diversos tipos de condutividade (2) |
| | definição de força eletromotriz (potencial padrão) | - imprecisão das definições apresentadas nos textos mais elementares (3) |
| | potencial de eletrodos | - erros de valor por falta de indicação do eletrodo de medição (4) |
| | potencial do ponto de equivalência | - adição simples de potenciais padrão em reações que envolvem H^+ (5) |
| Cinética química | complexo ativado | - imprecisão da definição do estado padrão do complexo ativado (6) |

- FONTE: (1) MYSELS, K. J. Chem. Ed. 44, 44, (1967).
 (2) MYSELS, K. J. Chem. Ed. 36, 303 (1959).
 (3) ROBINS, O. J. Chem. Ed. 48, 737 (1971).
 (4) VENABLE, R.L. & RAOCH, D.V. J. Chem. Ed. 46, 741 (1969).
 (5) HEYN, A. J. Chem. Ed. 47, 240 (1970).
 (6) ROBINSON, P.J. J. Chem. Ed. 55, 509 (1978) &
 GOLDEN, D. J. Chem. Ed. 48, 255 (1971).

QUADRO 3.1.1.1

(continuação)

| TÓPICO | ASSUNTO | TIPO DE ERRO |
|--------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Ligações químicas | energia de rede cristalina e constante de Mandelung | - falta de clareza e indefinição na tabulação de valores e cargas (1) |
| | ligações de hidrogênio | - negligência quanto às restrições geométricas e efeitos espaciais (2) |
| Equilíbrio químico | constante de equilíbrio | - controvérsia sobre dimensionalidade e adimensionalidade (3) |
| | constante de ionização da água | - freqüente ignorância da atividade da água em soluções concentradas (4) |
| | equilíbrio de formação de complexos | - indevido menoscaso das espécies intermediárias (5) |

- FONTE: (1) QUANE, D. J. Chem. Ed. 47, 396 (1970).
 (2) DONOHUE, J. J. Chem. Ed. 40, 598 (1963).
 (3) ROBINSON, P. J. J. Chem. Ed. 55, 509 (1978).
 (4) DIRKSE, T.D. J. Chem. Ed. 38, 260 (1961).
 (5) BANKS, J. E. J. Chem. Ed. 38, 391 (1961).

3.1.2 Revisão crítica e reformulação de perspectivas metodológicas

No campo do ensino, o método da descoberta vai incidir sobre assuntos já conhecidos, convertendo-se então mais propriamente numa "redescoberta". Obviamente é no campo da pesquisa que a descoberta se realiza em sentido pleno.

Muita coisa se tem dito e escrito sobre esse método.

Dentre todas as modalidades de aprendizagem, a redescoberta me parece ser a mais significativa do ponto de vista epistemológico. Contudo, sua implantação sistemática no ensino esbarra com muitas e sérias dificuldades:

- a superação dos preconceitos sobre o seu uso;
- a escolha do momento do processo de aprendizagem em que teria maior eficácia;
- a seleção dos assuntos a que mais se adequaria;
- a construção de estratégias e a obtenção dos materiais e recursos instrucionais necessários;
- a criação de sistemas de acompanhamento, interpretação e avaliação de resultados adequados, coerente e eficazes.

Sem entrar no mérito da questão, há uma corrente

de estudiosos que pretende desenvolver a criatividade na direção do "divergente" ou seja rumo a propostas e soluções novas, de conteúdo desconhecido. Na atualidade, isso é muito comum nas áreas aplicadas, como a engenharia de produção, onde um novo arranjo e combinação dos elementos permite, num grupo interdisciplinar, o desenvolvimento de estratégias inéditas, de soluções originais que dão origem a novos formatos, ou de novas propriedades para velhos produtos. Está aí, bem ao alcance da mão, a literatura que floresceu a partir de Osborn e outros, que pretendem sistematizar o processo de criação.

A maioria dos autores, porém, insiste em afirmar "o caráter indevassável e não metódico do gesto ou momento descobridor". No entanto o clima de investigação, como processo que conduz à descoberta por vias bem variadas, pode ser deflagrado, suscitado, por uma série de situações bem escolhidas por parte ao professor. Isso não impede que a característica mais específica do método da descoberta continue sendo sem dúvida o "elemento de autonomia que permite ao aprendiz colher, processar e usar os dados segundo seu próprio estilo cognitivo"¹.

A sugestão de que o método de ensino adequado à ciência química é o da descoberta foi expressa por Bachelard em texto que não tratava propriamente do ensino, mas de epistemologia. Piaget, inspirador da didática de Hans

¹NELSON, L. O ensino. p. 199.

Aebli e de Bruner reconhece que Bachelard fez a soldagem entre a história e a preocupação genética nas transformações do conhecimento². Se de um lado Piaget e seus sucessores centraram suas pesquisas em operações mentais que se efetuam no processo de aprendizagem, pouco se investigou o percurso epistemológico traçado na produção de cada noção, pelo menos as mais básicas, o que permitiria aclarar a cadeia de raciocínios atuante em cada passo do seu desenvolvimento. Alguns tópicos, é certo, já foram estudados, contudo a maior parte do mapeamento e da análise está por fazer.

O ato de investigar para descobrir envolve, nos termos de Piaget, assimilação e acomodação. A assimilação consistiria na "incorporação de dados aos sistemas conceituais existentes no sujeito"; enquanto a acomodação "consiste em reformular ou reorganizar as estruturas do conceito, de modo a levar em conta acontecimentos discrepantes, até incorporá-los". Dessa forma, e o aluno acabaria descobrindo algo que, para ele, é novo. Isto pode ser feito num contexto diretivo (como é o método heurístico) ou num contexto não diretivo, como o piagetiano.

A redescoberta dos conteúdos principais da química requer, porém, uma pesquisa específica no seu próprio in-

¹PIAGET, J. Introduc. a Epistemologie Genetique, p. 330.

terior. A maioria dos autores que tratam do método da descoberta, mantiveram-se no nível do ensino primário e secundário, dedicando-se a disciplinas como matemática, física e economia e fisiologia. Não se pode deixar de prestar uma honrosa homenagem aos seus esforços e contribuição, lendo ao menos seus artigos. Que não se furtem os professores de química a conhecer Bruner³⁰, Suchman¹³⁸, Karplus e Davis. Assim como seu maior crítico: Ausubel.

No ensino da química merece destaque, na década de 60, o trabalho de equipe do 'Chemical Bound Approach'³⁷, encabeçado por pesquisadores como, Strong e que, embora mais voltado para o método psicogenético, baseado em problemas, não deixa de algum modo de operar com a redescoberta.

Uma aplicação do método da redescoberta, que ajudaria a resolver uma velha questão relativa à chamada química descritiva, consiste em transformá-la numa oportunidade de trabalho que, partindo do mundo real (universo sincrético cognitivo) engajaria os alunos em tarefas, estudos e operações reflexivas de grande valor. Essa opção, já tentada por muitos, sempre se particulariza segundo as circunstâncias do local, do professor, dos alunos e do momento.

Uma outra sugestão, rica de motivação para a química descritiva, bastante criticável na forma como é atualmente ministrada nos cursos de engenharia após o novo Currículo Mínimo, seria o estabelecimento de atividades experimentais com interpretação teórica, com base na lista

dos compostos químicos mais representativos do ponto de vista da utilização mundial e que, ademais, estivessem também dentre aqueles de maior volume de produção e importação nacional.

A transmissão do conteúdo da descoberta a ser feita pelo autor à comunidade de cientistas para que estes, em conjunto, como trabalhadores da prova, revalidem a verdade da proposta, se dá, segundo Bachelard, na forma de um problema, que nada mais é, em suma, que uma questão bem estruturada. Na coerência epistemológica que esse autor recomenda entre o ensino e a pesquisa química, cabe lugar de destaque, como instrumento e momento de ensino-aprendizagem, o trabalho conjunto aluno-professor sobre uma situação-problema.

Grupos e pessoas isoladas já vêm privilegiando o ensino através de problemas. São conhecidos os trabalhos Frazer⁵²⁻⁵³ na Inglaterra e de outros nos Estados Unidos sobre a resolução de problemas, numéricos ou não, com a subsequente análise dos erros e dificuldades concernentes às informações necessárias e aos raciocínios adequados à sua correta solução. Em outros casos, utilizam-se problemas experimentais qualitativos, semi-quantitativos e quantitativos, teóricos ou teóricos-experimentais, em seqüências grupadas em unidades ou mesmo abrangentes de todo um conteúdo; ou seja são também conhecidos e utilizados problemas de vários tipos, níveis e extensão.

Marcou época, sem dúvida, no ensino da química se-

cundário, o lançamento do 'Chemical Bond Approach'³⁷, todo ele fundamentado em problemas, traduzido em português sob o título Sistemas Químicos. O livro visa desenvolver a vinculação teorica-experimento, o senso crítico dos alunos e sua capacidade de reflexão. O que se verificou no período subsequente ao seu lançamento foi a preterição do método pelos professores secundaristas americanos, aferidos ao sistema menos crítico a menos estimulador da reflexão, e conseqüentemente de mais fácil manejo, que é o Chems Study¹. No Brasil, até certo ponto sob a influência dessas tentativas, mas também num grande esforço de criação própria, surgiu o que me parece ser o melhor livro já escrito para fins didáticos, da autoria das professoras Naides Cerqueira Silva Alves de Lima e Ivone Espiridião⁸⁹. Essa obra, intitulada 'Química, dos Experimentos às Teorias', por ser de utilização mais exigente e trabalhosa, embora de resultados consideravelmente mais frutíferos para o aluno, permaneceu por algum tempo nos depósitos da editora para depois, escandalosamente, se processar a incineração de seus exemplares, visto não compensarem o custo de ocupação das prateleiras. Privou-se assim o país do melhor livro de química já surgido para o nível secundário.

Contudo, apesar do esforço que se tem feito no intuito de elaborar, seqüenciar e utilizar problemas, ainda não se chegou ao nível desejado de requinte do método, uma

¹Chemical Education Material Study

vez que ainda não foram plena ou adequadamente utilizadas as contribuições que lhe são propostas pelas pesquisas piagetianas. Estudiosos ou especialistas das teorias de Jean Piaget sabem que suas descobertas podem ser usadas em dois contextos: no diagnóstico e acompanhamento do desenvolvimento mental do aluno no que concerne às operações mentais que domina; e na aplicação das interrelações psicogenéticas e epistemológicas, ou seja, o emprego do conhecimento relativo às operações mentais para correlacioná-las com a sequência de etapas epistemológicas do construto de um tópico de uma determinada ciência. Só com o domínio dessa segunda vertente dos estudos piagetianos é que se pode efetivamente, nas condições atuais, construir e elaborar cientificamente os problemas para o ensino.

Piaget já reconhecerá que Bachelard foi o primeiro a fazer a "soldagem entre psicogenética e epistemologia". Portanto, quem optou pelas diretrizes pedagógicas de Bachelard não pode esquecer ou subestimar as contribuições dos pesquisadores de Genebra para a elaboração desse precioso instrumento de pesquisa e ensino que é o problema, introduzido e descrito por Bachelard, e cuja construção rigorosa os princípios piagetianos vieram a permitir.

Uma vez que não posso retrair aqui um percurso tão longo quanto especializado, aponto porém cuidados a serem tomados, retirados e condensados da leitura de Piaget, ou de alguns comentadores de sua obra.

Toda aquisição de um conhecimento novo dá-se em mediante uma construção da mente.

Só através de experiências, isto é, de pesquisas pessoais, o aluno forma novas noções.

Essa pesquisa será suscitada por um problema que ele se proponha a resolver e cuja motivação seja a satisfação de uma necessidade vital ou lúdica. O problema consiste num esboço esquemático das operações a serem realizadas. Assim sendo, não basta instigar o aluno a descobrir todos os passos de um raciocínio, o que se impõe é levá-lo a interligar as relações principais que regem o conjunto de operações, enxertando nesse todo as relações parciais.

Não se pode ampliar demais o âmbito de um problema sem o risco de que deixe de ser significativo para o aluno, que, nesse caso, torna-se incapaz de solucioná-lo.

As operações decorrentes de uma interiorização de ações efetivas é que constituem o pensamento. Daí a importância de que se propiciem ao aluno a oportunidade de realizar as operações, de início concretamente, e mais tarde formalmente, no decorrer da pesquisa.

Nas ciências naturais, só os processos de ordem causal dão significado aos fatos, e para que esses processos sejam compreendidos é necessária a duplicação do fenômeno objetivo por um esquema de pensamento derivado da ação.

O problema que vai nortear a experiência deve provocar a reativação de conhecimentos já adquiridos, suscitar a busca de novas informações e antecipar o gênero de operações necessário à sua solução, operações que, comparadas e outras utilizadas em ações anteriores, dêem ao aluno garantia de êxito sem lhe tirar o gosto do desafio.

Entre os trabalhos publicados, muitos se aplicam diretamente ao ensino da química¹. Em São Paulo o prof. Pitombo estudioso dessa temática, fez uma conferência sobre o método psicogenético piagetiano no VII^a Reunião da Sociedade Brasileira de Química. Mas sobre a aplicação dessa estratégia ao campo especificado da química quase, nada foi escrito ainda no Brasil.

O método histórico, para ser eficaz, tem de ser crítico e epistemológico. Crítico no que diz respeito à escolha dos assuntos. Epistemológico no sentido de empenhado no julgamento da sequência de fatos para avaliar quais os que foram favoráveis e quais os que retardaram a construção do produto cognitivo. É importante extrair daí não só a sucessão racional dos momentos na edificação da verdade, mas sobretudo a interrelação desta com a lógica interna das operações mentais do autor. Esse trajeto e essa cadeia de nexos devem estar presentes no argumento que este apresenta em defesa de sua proposição. Tal conjunto interligado pode ser tecido de modo a ser apresentado ao aluno na forma de um estudo de caso para uma redescoberta. O passo que a ciência deu, como conjunto, é considerado co

¹Vide Bibliografia 1;22;62;63;65;68;69;100;160.

mo uma espécie de evolução filogenética, e o que vai se operar agora no interior do aluno, que redescobre a mesma verdade, pode ser considerado como uma espécie de movimento ontogenético.

Segundo Schwartz¹, esse método apresenta várias vantagens:

Os exemplos vivos do passado mostram uma química não dogmática, cheia de controvérsia e em contínuo processo de crescimento. A emergência dos múltiplos conceitos atuais exigem uma avaliação que pode ser alcançada pelo apanhado histórico das bases experimentais, lógicas e matemáticas. Na maioria das vezes, os experimentos são respostas à frente das teorias; mas nem sempre sua inter-relação e interação são imediatamente perceptíveis.

A convivência com a história logo afasta a enganosa idéia da existência de um método científico. Revela uma larga faixa de abordagem intensamente variada e pessoal na busca da verdade.

Ilustra as diversidades humanas dos cientistas, ao mesmo tempo em que desmitifica esses homens que tendemos a transformar em heróis, o que conduz obviamente a uma mistificação da própria ciência e dá lugar ao fanatismo cientificista.

A abordagem histórica professa o valor da imagi-

¹SCHWARTZ, J. Chem. Ed. 54, 8, 467-468, 1977.

nação e a presença da criatividade contra a tendência à superexaltação da lógica.

A história argumenta que a ciência, como instituição, escapa aos juízos de valor. É o terreno do "isto é isto" (Bent). No mesmo sentido, quando argüido sobre a cumplicidade da ciência Bachelard respondeu: "o problema do mal não é um problema de meios..."¹.

Mas não esqueçamos que a ciência é também — "ciência no fazer — e aí a relação é com o fazer e não mais com o ser". "Deve-se fazer como Lavoisier fez, para descobrir o que a combustão é (...). Então, é preciso fazer como Lavoisier fez porque a combustão é o que é!"².

Contudo, apesar de esclarecedores, essas proposições deixam ainda sem resposta o problema da responsabilidade da ciência com relação ao social.

O entrelaçamento e a extensão dessas premissas nos dá a trama, o plano de fundo da discussão antiga e atualíssima sobre a neutralidade da ciência. A questão será retomada em noutra passagem. Mas interessa-me afirmar no momento que a história o fornece um bom enquadramento para a colocação do problema.

A emergência do cogumelo atômico fez alguém lançar

1.
ER.p. 92.

²BENT, H. J. Chem. Ed. 54, 8, p. 465.

sobre Oppenheimer a sentença. "Eu me tornei morte, o destruidor dos mundos"(Bhagavad Cita)¹.

Não se pode fechar os olhos, contudo, para o fato de que a história também retrata um outro lado da química. Aquele que provocou um tremendo impacto na evolução intelectual por meio da teoria atômica, da termodinâmica, da biologia molecular, da mecânica quântica e muitas outras contribuições. Sem dúvida, o progresso da química como ciência revela alguma coisa da natureza da verdade:

algo que é relativamente alcançado para descrever uma parcela da realidade; mas algo que incessantemente se renova, num grau crescente de conhecimento duma parcela cada vez maior da realidade, a caminho do infinito em sua relação de revelação recíproca.²

Uma história elaborada sem levar em conta os valores epistemológicos de fidelidade do conceito à própria teoria da ciência, vai exagerar a importância de determinadas descobertas por razões secundárias e analisá-las sob ângulos estranhos à ciência. Assim foi com a descoberta do ozônio. Sua história poderia ser objeto de todo um livro. Por muito tempo, esse elemento ofuscou a mente das pessoas por suas virtualidades de substância cósmica

¹Apud. SCHWARTZ, T. J. Chem. Ed. 54, 8, 1977, p. 468.

²SCHWARTZ, T. J. Chem. Ed. 54, 8, 1977, p. 466.

"com seu odor' de raio" (relâmpago), ou por sua produção pela eletricidade: o fluido mágico de tanta importância histórica (...). Retirar daí os passos que impediram, por muito tempo, o conhecimento do ozônio no laboratório, é reconstituir uma dialética que funcionou, apesar da história, e o historiador que dê valor a isso se desvencillhará das tradições preguiçosas.

Logicamente, o pensamento crítico não deixará de mencionar os erros, mas muito mais pelo que eles puderam ocasionar de sucesso, pelo próprio processo de sua superação.

O método crítico ou epistêmico da química, não segue a ordem cronológica geral. Trabalha com os conceitos, indica o crescimento da noção através de suas sucessivas rupturas com o estágio anterior de definição. Mostra o que cada cientista, no próprio momento em que constrói o conceito, acrescenta de novo. Todos os dados possíveis sobre a especificidade do salto cognitivo, as dificuldades, obstáculos e objeções sofridas, são matéria válida para a descrição do momento e da passagem histórica. Pode ter uma sequência polifilosófica, partindo do realismo ingênuo, do racionalismo clássico, do racionalismo dialético, ou evoluir dentro de uma mesma faixa de racionalidade, num crescente alargamento de realismo científico, ou de dialéticas sucessivamente mais amplas.

Um exemplo bem ilustrativo dessa sistemática histórica-crítica, é o desenvolvimento da noção de substân-

cia apresentada por Bachelard. Por ser demasiado extensa, será tratado e comentado em outra oportunidade. Bachelard não diagramatizou esta seqüenciação epistêmica. Descreveu-a analiticamente. Citarei dois outros tópicos que podem suscitar, entre muitos outros, especulações e pesquisas do mesmo gênero.

O primeiro deles seria o acompanhamento da teoria do campo do ligante para a compreensão e análise dos pontos de ruptura a que Jorgensen chama de revoluções do conceito. Como proposta de estudo e redefinição avaliativa, apresento, no Quadro , sob forma esquemática, os principais momentos dessa evolução.

QUADRO 3.1.2.1

REVOLUÇÕES DO CONCEITO DE CAMPO DO LIGANTE

| TEORIA INICIAL | 1ª REVOLUÇÃO | 2ª REVOLUÇÃO | 3ª REVOLUÇÃO |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Bethe (1929) propõe:</p> <p>1) os ligantes são cargas negativas pontuais;</p> <p>2) os cátions, cargas positivas pontuais;</p> <p>3) há uma diferença de energia entre os orbitais d, como entre as orbitais f, devido as perturbações de potencial.</p> | <p>Tanabe- Sugano propõem os níveis de energia de um dado número de elétrons d (ou f) num campo octaédrico, como função das diferenças de energia (ou $10Dq$) das subcamadas dividida pelo parâmetro de repulsão intereletrônica tal que B introduzido por Racach. Schaffer propõe chamar a razão Δ/B da força do ligante (Σ).</p> | <p>É introduzido o modelo de interpenetração angular. Pretende racionalizar as diferenças relativamente pequenas de energia das orbitais nos compostos do grupo $4f$ e $3d$. Foi introduzido o efeito da ligação covalente e supera o modelo das cargas pontuais. O efeito neoflauxético seria uma diminuição de B comparado ao respectivo parâmetro do ion gasoso $\beta = B/B_1$. É introduzido o parâmetro C como constante de acoplamento órbita-spin.</p> <p>Schaffer e Jorgensen</p> | <p>Contrariada a idéia de que um dado estado de oxidação será estável se a energia de ionização I_M de uma camada parcialmente ocupada por menor do que I_X do orbital molecular mais solto (frouxo) do ligante. O correto é que a eletroafinidade A_M da camada parcialmente cheia é necessariamente menor que I_X. Foi sugerido que a combinação de um átomo central suficientemente oxidante e ligantes suficientemente redutores (como $CuBr_4^{2-}$ e OsI_6^{2-}) podem ter $I_M > I_X$. Consequência: a orbital molecular anti-ligante tem energia de ionização mais alta que a da orbital molecular ligante da mesma simetria.</p> |

Também fascinante e necessário seria o acompanhamento do caso da evolução da eletroquímica. Bockris²⁴ apresenta sumariamente os principais momentos de sua história. Seu resumo foi adaptado e é apresentado no Quadro 3.1.2.2. Altamente frutífero seria um trabalho em torno dessa sequência evolutiva que localizasse e salientasse os valores epistemológicos que foram surgindo nos vários momentos.

QUADRO 3.1.2.2.

"Eletroquímica: uma Perspectiva a maior Distância"

Principais eventos na evolução da eletroquímica

| | |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1791-1830 - Período inicial de grandes descobertas experimentais | <ul style="list-style-type: none">- Acontecimentos mais importantes- associação dos movimentos musculares com a corrente elétrica- profunda conexão entre os sucessos biológicos e os elétricos- quantidade definida de corrente produz quantidade definida de material depositado (Faraday)- é possível obter energia elétrica diretamente de uma reação química. |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

1890-1905 - A cinética dos ele
trodos tem um início titu
beante que logo se desva-
nece

Equação da Tafel, que re-
laciona a intensidade da
corrente e o potencial da
interface.

1891-1947 - Grande hiato
nernstiano

Primeiro artigo de Nernst
sobre a termodinâmica das
células galvânicas (1891).
A cinética eletródica ori-
entada termodinamicamente
ainda predomina no congres-
so de Faraday em 1947.

1920-1940 - A eletroquímica fi
ca denominada pelo nasci-
mento (e queda) substitu-
tivos da "iônica".

A teoria de Debye Huckel
é a primeira teoria mecâni-
ca-estatística das dissolu-
ções com ajuda da qual se
obtem resultados quantita-
tivos. Contudo está limi-
tada intrinsecamente às
soluções diluídas. Ninguém
consegue ultrapassar essa
barreira.

1940- 1950 - Período de calma
ria na iônica e na ele-
tródica.

A "iônica" tropeça com di-
ficuldades matemáticas pa-
ra as soluções concentra-
das. A eletródica não se
descongelou completamente
após hiato nernstiano, ex-
ceto na Rússia, onde se de
senvolve na década.

1924-1941 - Publicações isoladas formam as bases para o despertar ocorrido no início da década de 1950.

Butler interpreta cineticamente os potenciais nernstianos; Volmer dá uma formulação teórica à relação intensidade-potencial;

Gurney introduz uma aproximação mecânico-quântica sobre a transferência de cargas este porém é atacado e esquecido.

Frumkin relaciona a intensidade com a estrutura da dupla camada;

Horiuti formula uma mecânica estatística das relações nas interfaces;

Eyring formula uma relação potencial-corrente em função da teoria das velocidades de reação absoluta.

1949-1960 - Desperta a eletroquímica. A investigação fundamental cresce e se intensifica. Orienta-se fortemente para a cinética dos processos da interface.

Forma-se o Comitê Internacional de Termodinâmica e Cinética Eletroquímicas (CITCE) em 1949;

A compreensão de conceito de sobretensão e de intensidade da corrente de troca generaliza-se entre os eletroquímicos da área fundamental; são estabelecidos métodos para a investigação das reações eletroquímicas;

a NASA escolhe o caminho eletroquímico para prover ener

gia nos estudos do espaço;
a bateria zinco-prata pro
porciona uma alta densida
de de potência eletroquí-
mica;

Vetter escreve um tratado
geral sobre cinética dos
elétrodos.

1960 - A eletroquímica se con-
verte numa área inter-
disciplinar e suas apli-
cações se entendem ampla-
mente.

- mecânica quântica recebe
uma crescente atenção;
- a visão de Gurney é res-
suscitada;
- os veículos espaciais são
alimentados com energia
eletroquímica;
- comprovação experimental
da teoria eletroquímica
da fratura por fadiga;
- del Duca propõe uma teoria
eletroquímica da célula
biológica;
- inicia-se a síntese do
nylon por via eletroquí-
mica;
- aumentam as pesquisas so-
bre carros elétricos à ba-
se de baterias eletroquí-
micas;
- continuam as pesquisas so-
bre células a combustível.

O método de ensino através da história já é utilizado há muito tempo. Mas não totalmente orientadas como nos parece conveniente, pelos valores epistemológicos. Foram publicados interessantes estudos de caso coordenados por Conant da Universidade de Harvard, nos idos de 1950, que constituem documentos valiosos para quem se dispõe a investir tempo e estudo nessa linha.

Um deles, sobre a teoria atômica molecular pode ser caracterizado como uma apresentação das seqüências da construção de conceitos e esquemas conceituais surgidos a partir de fatos experimentais ou para explicar esses fatos. A propósito desse tópico foi seguida a seqüência abaixo:

QUADRO 3.1.2.3

Principais eventos considerados na reconstituição da história da teoria atômica

- | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1774-1789 - | Período da "revolução química" afetuada pela introdução, por Lavoisier, da teoria da combustão pelo oxigênio. |
| 1789 | Proposta de Higgin sobre a teoria atômica. |
| 1792-1802 - | Trabalho de Richter sobre a lei das proporções equivalentes. |

- 1797-1808 - Trabalho de Proust sobre a lei das proporções definidas; desafiado por Berthollet em 1801 .
- 1800-1803 - Dalton completa uma formulação clara de sua teoria atômica.
- 1803 Primeira intimação pública da teoria de Dalton. Declaração de Thomson no ano seguinte.
- 1807 Aparecimento do primeiro apanhado da teoria atômica no livro de Thomson.
- 1808 Publicação da primeira parte da obra de Dalton: "Novo Sistema da Filosofia Química".
- 1808 Thomson e Wollaston sustentam a Lei das proporções múltiplas.
- 1809 Publicação do trabalho de Gay-Lussac sobre a lei dos volumes de combinação.
- 1810 Publicação da segunda parte da obra de Dalton "Novo Sistema" contendo críticas aos trabalhos de Gay-Lussac.
- 1811 Publicação do Avogrado: postulação de moléculas poliatômicas dos elementos.
- 1811 Berzelius apresenta um breve relato de sua teoria dualística.
- 1818 Berzelius publica uma coleção de grande número de pesos atômicos que se combinam.
- 1819 Publicação da "lei" da Petit e Dulong.

- 1827 Trabalho de Dumas sobre densidade de vapor.
- 1827-1857 Período de atividade científica intensa e resposta bastante confusa à teoria atômica.
- 1858 Publicação de Cannizzaro "Esboço de um curso em Filosofia Química".
-

FONTE: NASH, L. The Atomic Molecular Theory Harvard University Press, p. 113.

Um adendo epistemológico mostrando os aspectos já superados da teoria, como também uma crítica à "regra da maior simplicidade" que segundo o autor Nash¹⁰⁵, foi a ôtica diretriz do trabalho de Dalton, completaria o estudo.

Em Fortaleza, uma equipe de professores sob a coordenação e inspiração do Prof. Miguel Cunha vem desenvolvendo um projeto de ensino através aplicação do método histórico. Por enquanto estão trabalhando esquemas conceituais mais restritos (p. ex. Lei de Boyle, Massa Atômica, etc.) em contextos unitários; com o amadurecimento dos estudos, chegarão a articulação das etapas num trecho mais significativo da teoria. Não lhes pode faltar apoio nem reconhecimento.

3.1.3 Dialetização da prática do ensino e da pesquisa

A dialetização do ensino é uma proposta que decorre naturalmente da reflexão Bachelardiana. Considerando o caráter dialético da matéria a ser ensinada e o clima propício ao crescimento da química — tanto mais favorável quanto mais polêmico, sujeito à dúvida, à tensão natural, ao risco imprescindível, e a uma abertura cada vez maior — nada mais coerente que a proposta da alternância reversível ensinante-ensinado no espaço educacional.

A começar do ensinante ele precisará ter sempre, por dever de ofício, uma postura de aprendiz. Isso significa que a verdade a ser alcançada sempre foge ao alcance de sua mão, como um horizonte móvel que retrocede incessantemente rumo ao infinito. O ensinante deve estar disposto a conhecer na mesma medida em que é amplo o mundo que se dispõe a descobrir. Dessa forma, a dialética já se instala na situação intrínseca a ele próprio: alguém que ensinará sempre mais, quanto mais disposto estiver a aprender...

Mas isso é o que se concebe quando se pensa o ensinante em si mesmo, em sua relação com seus pares, com o mundo impessoal e coletivo da ciência institucionalizada, aquém do seu tempo e além no tempo futuro. O sonho anagógico¹ do cientista não pode estar ausente de seu projeto pessoal.

A proposta porém vai mais fundo: chega à inversão

¹ Usa-se a expressão no sentido de: originário, mais alto, profundo, espiritual.

dos papéis ensinante -ensinado. Como se passará isso na prática da escola, eis a primeira de difíceis questões.

Obviamente não serão todas as funções do mestre que se transferirão ao aluno. Porque, se isso ocorrer, o próprio aluno perderá aquilo que só pode vir do seu mestre. Contudo, a manutenção da função de mestre não significa a impossibilidade do desdobramento dessas atribuições entre os dois membros do binômio. Seria muito mais, a meu ver, uma duplicação dos papéis que uma inversão, com subtração ou omissão de qualquer deles. Nesse caso, seria bastante que o mestre permitisse, suscitasse (note-se a graduação dos termos na linha da otimização), propiciasse ou instaurasse um clima favorável a esse momento em que o aluno algumas vezes seria o mestre de si mesmo, dos seus colegas e eventualmente até de seu professor.

A pedagogia dialética não é uma idéia nova na história da educação. Já foi instituída em sistema nas propostas de Schleiermacher, Makarenko, Litt, Fischer, Derbo-lav¹³¹, e, entre nós, na obra de Paulo Freire⁵⁴. Estas manifestações e propostas, porém, são de caráter mais geral, envolvendo uma estruturação global da atividade educadora. No caso da "educação científica", ela surge da própria dinâmica interna pela qual a ciência se auto-constrói.

As razões que fundamentam as iniciativas e o movimento dialético no sistema de Paulo Freire são de ordem política, ou seja, de ordem moral. Diria que, no caso da

ciência, mesmo prevalecendo os mesmos argumentos políticos que fundamentam toda ação educativa, se acrescentariam as razões epistemológicas.

De alguma forma, ou de várias, é preciso dialetizar a relação ensinando-ensinante.

Num primeiro momento, coloca-se um convite à investigação e ao aprofundamento do problema, que se restringiria, aceitas as premissas, às dificuldades inerentes à sua concretização.

Como tornar o ensinado capaz de ensinar?

Como tornar o ensinante efetivamente "ensinado" pelo ensinado?

Partindo da idéia de que o processo de aprendizagem é pessoal, sendo o "outro" termo do binômio apenas catalizador ou colaborador, pela criação de oportunidades; parece-me que a atuação do aluno estaria na transmissão de sua problemática própria de aprendiz que, à medida que fosse explicitada, estaria sendo ensinada ao professor. Assim sendo, seria somente com a participação do aluno que o mestre se tornaria um bom professor, ou aprenderia a sê-lo.

No entanto, tudo dependerá do quando, do onde e do como. Condições essas que a prática, associada à teoria, permitirá ao bom senso e competência do professor criar.

O aluno ensinar ao professor é coisa que ocorre frequentemente no que concerne à paulatina revelação do ser humano que ele é e de suas reações; ocorre frequentemente

na própria área que se está ensinando, obrigando o professor a uma nova organização de seus conhecimentos ao preparar uma aula, ou à renovação de seus métodos para atender a uma dificuldade da aprendizagem, ou à cobertura de uma lacuna aparecida diante de um fato novo que foi questionado, cujo conhecimento ainda não estava tão claro ou efetivado. Mas, na maior parte das vezes, isso ocorre aleatoriamente; fora do plano de trabalho do professor. Quando muito, este aceitará entrar em situações novas de dedicar-se a pequenos projetos comuns de pesquisa, que, mesmo de resultados já sabidos, podem conduzir a situações intermediárias e impasses imprevistos, erros inesperados com conseqüências felizes ou infelizes, e que tornam o professor tão perplexo quanto o aluno em seus primeiros momentos de contacto com o fato. Geralmente, a insegurança que essas ocasiões podem suscitar no professor, impede a grande número deles o empreendimento de tais proezas didáticas. Contudo, o que se propõe aqui seria o movimento intencional de proporcionar ocasiões em que de fato o aluno traga ao professor alguns ou muitos conhecimentos novos, e essa contribuição seja explicitamente aceita como normal e desejável.

Quando ocorreria isso?

Diante de um problema bem elaborado segundo os requisitos piagetianos, o aluno pode chegar a uma conjunção de operações mentais que conduzam a lógica do raciocínio por um caminho desconhecido pelo professor. Como foi este

o autor da situação problema, foi ele também o gerador indireto daquela situação de aprendizagem vivida pelo aluno. Cômico de sua função e seguro de sua competência aprimorada nos limites de suas possibilidades, o professor só poderá ficar alegre e enaltecido com a ocorrência. Em situação análoga, o professor vaidoso e inseguro reagirá negativamente pelo mal-estar, ou abolindo outras possíveis experiências futuras.

Na pós-graduação já se observa essa vivência. Porque na ciência já se concretiza essa situação. Quando um grupo de alunos, momentaneamente na função de colaboradores de pesquisa, trabalha em torno de um projeto de pesquisa junto à seu orientador, todos os fatos novos que os alunos descobrem, todas as relações que estabelecem e toda a estrutura que supõem, constituem matéria de revelação do novo para seu professor. No ponto de vista do cientista, o aluno poderia mesmo ajudar o pesquisador a ser cientista, confirmando suas certezas ou avolumando suas dúvidas através de um questionamento aberto em torno de sua obra. Esta seria, aliás uma ótima oportunidade de adaptação da linguagem cifrada da ciência, num exercício de comunicação com a população intermediária entre o cientista e o povo de modo geral.

A participação no planejamento do curso seria também uma forma do aluno assumir a atividade escolar que deve ser organizada em função dele. Diante de uma proposta metodológica de ensino, de uma lista de conteúdos, de uma enumeração de objetivos a serem alcançados, o aluno mani-

festaria suas aspirações e tomaria consciência de suas limitações. Ficaria bem explícita a necessidade da ajuda do professor, e seriam preestabelecidas as áreas em que ele, aluno, poderia se desenvolver de maneira mais autônoma, e discutir o grau de elasticidade dos programas tendo em vista atividades profissionais futuras. Ficariam patentes também, as lacunas de informações mais elementares e as insuficiências quanto à capacidade de reorganizar conhecimentos ou aplicá-los a situações novas.

Não é aceitável a imposição dos programas rígidos, uma vez que é da competência do professor transformar o programa de sua disciplina num plano de curso o mais ajustado possível às condições e recursos atuais de cada nova turma de alunos que assume. Dosar o quê e como é uma arte e uma ciência, mas arte e ciência que devem estar presentes na prática quotidiana do magistério. Que se use a margem legal do "não cumprimento da absoluta totalidade programada" não para justificar o encurtamento de cursos e horários de aula, mas para equilibrar a distribuição de assuntos e tornar mais flexível a programação.

A opinião crítica do aluno sobre o desempenho do seu professor deve ser algo desejado e solicitado por este; como a consideração e o diálogo em torno dessa crítica. Muitas vezes, os professores constatarão, perplexos, que suas iniciativas de inovação, estimulação, novo impulso docente, são mal recebidas pelos estudantes. Ele não deve perder de vista o quanto a geração atual de es-

festaria suas aspirações e tomaria consciência de suas limitações. Ficaria bem explícita a necessidade da ajuda do professor, e seriam preestabelecidas as áreas em que ele, aluno, poderia se desenvolver de maneira mais autônoma, e discutir o grau de elasticidade dos programas tendo em vista atividades profissionais futuras. Ficariam patentes também, as lacunas de informações mais elementares e as insuficiências quanto à capacidade de reorganizar conhecimentos ou aplicá-los a situações novas.

Não é aceitável a imposição dos programas rígidos, uma vez que é da competência do professor transformar o programa de sua disciplina num plano de curso o mais ajustado possível às condições e recursos atuais de cada nova turma de alunos que assume. Dosar o quê e como é uma arte e uma ciência, mas arte e ciência que devem estar presentes na prática quotidiana do magistério. Que se use a margem legal do "não cumprimento da absoluta totalidade programada" não para justificar o encurtamento de cursos e horários de aula, mas para equilibrar a distribuição de assuntos e tornar mais flexível a programação.

A opinião crítica do aluno sobre o desempenho do seu professor deve ser algo desejado e solicitado por este; como a consideração e o diálogo em torno dessa crítica. Muitas vezes, os professores constatarão, perplexos, que suas iniciativas de inovação, estimulação, novo impulso docente, são mal recebidas pelos estudantes. Ele não deve perder de vista o quanto a geração atual de es-

par o mundo dos detritos químicos e olhos de esfomeados para encontrar os alimentos que são recusados ao mundo; e olhos de seres extremamente fatigados e violentados, para encontrar o justo conforto e segurança que a ciência já tem como possibilitar a todos os filhos dos homens.

Tratar-se-ia, em suma, de permitir, ou melhor, de propiciar que os aspectos políticos da condição de cientista pudessem ser abordados, conhecidos e discutidos.

Mas na relação entre química e sociedade não seria desleuada só a face negra da química; também sua face benévola ou prestimosa emergiria.

Que se promovessem seminários sobre o que já foi estudado e pesquisado no âmbito da química com respeito a problemas tais como os que citarei (numa solução que ocorre o risco, de espontaneísmo) mas que pode também catalizar a elaboração de uma lista mais completa.

a) a seca das regiões áridas

- nucleação de nuvens com sais e outros compostos para produção de chuvas artificiais;
- busca de substâncias que produzam filmes de retenção de água nos grãos de areia;
- melhoria dos processos de dessalinização das águas de irrigação, etc.

b) aproveitamento da energia solar para as regiões ensolaradas do mundo (que coincidem com grandes

áreas do hemisfério sul correspondentes ao terceiro mundo).

- síntese de compostos com efeitos fotovoltáicos;
- a preparação de sistemas armazenadores de energia térmica;
- processos fotoquímicos que utilizem a luz do sol através de filtros especiais;
- sistemas químicos capazes de reverter o calor em dispositivos de refrigeração;
- etc., etc., etc.

c) o combate à fome

- o estado da arte dos métodos e processos de aproveitamento do nitrogênio do ar (fixação de nitrogênio) para transformá-lo em compostos nutrientes do solo;
- a transformação de resíduos alimentares em forma apetecível de alimentos;
- a descoberta de processos inibidores da oxidação de óleos e deteriorização das proteínas de resíduos industriais altamente protéicos como o germe de trigo (que em grande parte se perde no farelo vendido para rações animais).

Com muita surpresa se veria quantas soluções a química já encontrou, e o quanto muitos desses problemas permanecem não resolvidos mais por efeito de diretrizes políticas que por razões de deficiência técnico-científica.

3.1.4 Ativação da Polêmica como Momento Construtor

A primeira polêmica do cientista é contra si próprio seria a colocação em termos bem atuais, e portanto verdadeiros, da ciência química contemporânea. Seria compreender sua evolução, até mesmo sua revolução. Não foi gratuitamente que Bachelard dedicou páginas e páginas de sua obra à ruptura com a química lavoisieriana. O que queria dizer, ao longo de toda a sua análise, é que o conceito central de substância foi superado em sua expressão clássica. Essa noção não mais se apresenta sob forma fixa de uma categoria que se conserva imutável em sua definição. Bifurca a noção de conceito por um lado numa verticalidade que demonstra a passagem da concepção estática à concepção dinâmica de uma substância em contínua reequilibração interna; e por outro numa horizontalidade, em que discute os problemas de purificação e homogeneidade como critérios de exigência que evoluem com a própria ciência na direção de um limite que seria a substância sem acidentes. A análise dessa tese de Bachelard demandaria um espaço que me prometi abrir em publicações posteriores. Mas, apesar da crítica que sofreu, infelizmente, de alguns químicos talvez poucos afeitos à sua linguagem, é altamente significativa a correspondência de seus pontos de vista com a interpretação de químicos teóricos atuais como Paoloni^{112, 115}, que demonstra, com provas bem mais recentes, as mesmas perspectivas de revolução apontadas por Bachelard, embora com outros exemplos e citando outros autores. Realmente,

o que indica Paoloni, em outras palavras e com outras provas, é aquilo que não podemos deixar de considerar, numa postura contemporânea, se quisermos garantir a autenticidade de nossa função ou atuação no magistério, quanto nos sa lucidez de pesquisador:

- a postulação da substância química atual é a de uma categoria dinâmica, profundamente associada ao tempo, cuja representação não é atendida pelas formulações clássicas, e exige considerações até mesmo de ordem topológica.

No intuito de embasar o que afirmo, resumo algumas verificações de Paoloni.

A noção de estrutura estática já está superada.

Isto significa que a persistência física das relações de adjacência expressas na fórmula de estrutura (ligações) não é uma condição necessária para que se conserve a identidade química de uma substância.¹

Segundo ele, o exemplo mais característico das novas possibilidades se deu na invenção do bullvaleno $C_{10}H_{10}$.

¹PAOLONI, L. Química Nova 3,4, p. 167, 1980.

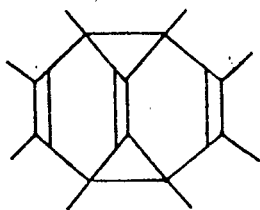


Fig. 3.1.4.1

BULLVALENO

Sua estrutura foi proposta em 1963 por Von Diering e Roth. Eles sugeriram que o composto obtido ligando dois grupos metilênicos com uma cadeia - C - C - devia transformar-se de maneira contínua, através de transposição, em moléculas diferentes, tendo todas, porém, identica fórmula de estrutura. O que corresponde, na química, a uma molécula com 10 grupos CH equivalente. O bullvaleno foi sintetizado um ano depois (1964) por Schroeder e, quando em soluções, as moléculas apareciam dotadas das propriedades previstas. Os valenos, continua Paoloni, são hoje numerosos e constituem apenas uma parte das chamadas moléculas flexíveis.

Na mesma época (1961), Frisch e Wasserman¹ procuraram isômeros topológicos. Moléculas que, em tendo a mesma fórmula de estrutura, ocupam o espaço de modo diferente. A cicloparafina com mais de 50 átomos pode existir tripar

¹FRISH L. e WASSEKMAN. J. Am. Chem. Soc. 3789, 1964.

tida, como um anel (loop) ou como um nó dentro do anel

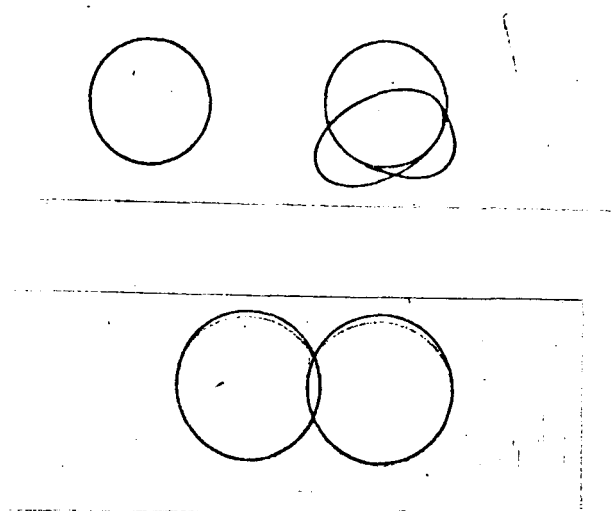


Fig. 3.1.4.2

Essas situações e fenômenos deixam ainda muito a descobrir, são sinais de uma transformação em curso. Penso, como Paoloni que "o novo vem sendo aceito, mas pensando (e indicado) com as imagens (e os nomes) do passado".

Uma outra modalidade do cientista de polemizar consigo mesmo seria a tomada de consciência do próprio nível epistemológico alcançado na conceituação de alguns conteúdos básicos. Ou seja, traçar o seu próprio perfil epistemológico no que diz respeito a noções mais fundamentais entre outras como: equilíbrio, reatividade, ligação, ácido, etc.

Ter-se-ia de optar entre os dois tratamentos propostos por Bachelard: o primeiro, fazer uma espectrografia filosófica dos níveis conceituais; o segundo, recom-

por a evolução do conceito com suas ramificações ou fusões dialéticas, cujo melhor exemplo é o tratamento dado por ele à noção de substância. Obviamente o primeiro é um instrumento de avaliação pessoal; o segundo, porém, embora também sirva para conferir o grau de domínio pessoal do conceito atualizado, muito se enriqueceria se realizado com a colaboração de outrem, e daria como resultado como que uma visão instantânea do avanço conceitual da química ela própria.

Na polêmica contra alguém ou alguma coisa, cabe a tentativa de denunciar os sinais de presença da ideologia.

A ideologia subjacente nem sempre é tão subjacente. Assim, ao contrário, muitas vezes está bem aparente: revela-se em termos, metáforas, imagens, etc. Nós é que os lemos e ouvimos sem enxergar ou entender, bloqueados por mecanismos que impedem a percepção. É bastante interessante verificar, de repente, que há autores que definem variação de entropia como "variação do grau de 'liberdade'", enquanto outros a definem como "variação do grau de 'desordem'". Do mesmo modo, é sugestivo observar a extensão em que provérbios do tipo "o semelhante atrai o semelhante" podem servir de regra mnemônica nas tendências de combinações entre ácidos moles e bases duras, convertendo-se numa fácil armadilha de erro conceitual até mesmo em autores como Masterton e Solowski, que, em outro contexto de definição de ácidos e bases, afirmam no seu livro que "o ácido conjugado forte sempre está ligado a uma base con-

jugada também forte"¹.

No momento em que efetivamente nos convencemos de que a ciência cresce através da polêmica, não se consegue mais impedir que essa certeza gere a preocupação de suscitar oportunidades de polêmicas no ensino e na produção da ciência propriamente dita.

A forma eficaz de organizar uma polêmica não deve ser subestimada, sendo indispensável considerar as características de cada grupo de participantes, de cada assunto e de cada momento. É pouco inteligente minimizar as técnicas de discussão. Em geral, a tendência é de dar-lhes nomes (painel, seminário, workshop, etc) e ignorar as leis e normas de sua condição e organização. Se por um lado é verdade que um mau assunto não conduz a nada, e que vale o esmero na escolha dos temas, por outro é sinal de incompetência negligenciar, numa atitude de enfastiamento, as técnicas que conferem eficácia a essas estratégias. Nesse sentido, não se deveria negligenciar: permanente reavaliação da maneira como organizamos nossas reuniões científicas, o ajustamento progressivo do estilo adotado nas comunicações verbais, escritas ou experimentais. Neste aspecto, o europeu e o americano, menos avessos aos rituais de trabalho, aceitam todo o conjunto de comportamentos estabelecidos para cada ocasião. Que se distingam: seminá-

¹MASTERTON, & SOLOWSKI. 1973, p. 460.

rio, painel, debate, oficina (workshop), estudo orientado em equipes, diálogos sucessivos, estudo de casos, perguntas circulares, grupos de verbalização e observação, grupos de integração vertical/horizontal, grupos de "cochilo", times de observação, díade, etc., e que sejam cada uma dessas formas 'bem aplicadas'. Muitos ficariam bastante agradecidos.²⁵

A polêmica porém, apesar dos esforços para estimulá-la e criar-lhe a infra-estrutura organizacional, vem definhando, pelo menos entre nós. E também nos congressos internacionais isso se verifica. Várias conjecturas buscam explicar esse fato:

Nota-se a especialização crescente dos temas tratados de tal modo que qualquer crítica pode imediatamente ser tomada como sinal de falta de conhecimento do assunto desenvolvido de modo muito particular pelo autor, dentro de um campo já de si particular. Não são raras as pesquisas científicas que versam sobre tópicos que, no mundo inteiro, não são investigados por mais de uma dezena de pessoas. Isso é facilmente constatável por uma atenta e frequente consulta ao Chemical Abstract, no tocante à um mesmo tema de nosso interesse. Veremos que alguns tópicos à medida que se subdividem ficam restritos a faixas cada vez mais estreitas de autores.

Constata-se um notório acirramento do clima competitivo nos meios científicos de todo o mundo. Com isso, torna-se arriscado para às pessoas revelarem-se num deba-

te público, incompetentes ou indiscretas, pela divulgação de detalhes, ainda secretos por razões de prudência; por outro lado, acontece também fuga de autores dos lugares e oportunidades onde seu produto científico seria julgado e criticado, ao mesmo tempo em que se omitem numa medida de autoproteção, de criticar os outros; ocorre ainda uma falsa noção de companheirismo, pela qual se confundem crítica e avaliação com atitudes de depreciação e rejeição; provavelmente o clima de deterioração dos relacionamentos, gerado pela competição, sobrecarrega de desejos inconscientes algumas pessoas, que passam a ver nos outros o espelho de suas pulsões internas. Daí o revigoração do medo, o mascaramento das agressões e o aparecimento de formas sutis de hostilidade sob o disfarce da ironia, da indiferença e dos comentários ao pé do ouvido. É inegável o enfraquecimento ou desuso de valores como a franqueza, a lealdade e a coragem, coisa fácil de entender em momentos de crise e desespero pela sobrevivência.

Por fim, verifica-se a multiplicação dos instrumentos de poder de que se valem a crítica e a censura, mas sem riscos para quem critica, mercê dos mascaramentos dessas ações. Toda a tradição da referenda (ou consultoria seletiva de trabalhos) anônima (em que o autor ignora quem analisou, aceitou ou vetou o seu trabalho) vai se alastrando e se instituindo. Essa tradição internacional, mas relativamente recente entre nós, exclui a polêmica franca e aberta, tão necessária ao crescimento da verdadeira ciên-

cia. Considera-se poder ocorrer que o referee ou referendário (o censor intelectual) passe a ser um ditador na revista ou editora, e tudo com que ele não concorde, às vezes porque não o alcança, passe a ser tomado como errôneo ou não científico. É de se considerar também a "política" das publicações científicas, que privilegiam certos resultados e interpretações sobre outros. Importante para a análise desse esquema de organização é a leitura e reflexão dos livros de Kuhn, que analisam bem o surgimento e a superação dos paradigmas científicos e o papel de ciência anômala no crescimento do acervo científico. Embora a obra de Kuhn apresente certos encadeamentos não comprovados, bem como falhas de natureza filosófica (que não nos cabe analisar aqui), a introdução pura e simples dessas categorias a justificam.

Na busca da consciência possível, não deixaremos de topar com os mitos da "ciência fada" e da "ciência bruxa". São eles que geraram o cientificismo de um lado e, de outro, as cruzadas anticiência.

Não podemos esquecer que a química contemporânea está (por enquanto) intimamente ligada à tecnologia. Não somente no sentido de que põe à disposição desta última seu acervo de informações e descobertas, mas também no sentido de que a fenomenotécnica, como diz Bachelard, é braço atuante da ciência do mesmo modo que a teoria. As grandes exigências de instrumentação tornam a ciência de certo modo escrava da engenharia e de outras formas mais

complexas da tecnologia. Não é ela, a ciência, sozinha, que produz ou possui seus próprios instrumentos de trabalho, ou a linha de reagentes de sua bancada. Esse casamento ciência-tecnologia; produziu uma prole numerosa, é provável que a próxima geração tenha de cuidar do divórcio. Nessa oportunidade, sem dúvida, é à ciência que caberia mudar de rumo, e buscar outro parceiro para com ele gerar outra descendência.

Esse complexo problema está ligado ao que Horke-nhaimer chama de Razão Instrumental. Sem poder discutí-lo aqui, de novo voltaremos a ele em outra oportunidade.

De qualquer modo, polemizar com alguém, ou com outra coisa, é também aprofundar todos esses aspectos. Obviamente essa não é uma tarefa individual, nem mesmo só para químicos, constituindo antes uma proposta de pesquisa inter e supradisciplinar.

3.2 Socialização Efetiva e Ampla da Química Com Análise de Suas Consequências

Ao refletir sobre a importância do trabalho coletivo na química, devemos considerar os diversos tipos de atividade, de modo a distinguir seletivamente o tipo e o grau de coletivização exigidos pelo projeto.

A primeira distinção a fazer é entre as pesquisas de inspiração e escolha pessoal e aquelas cuja temática é imposta externamente. Na maioria dos casos, a pesquisa fundamental se inclui no primeiro grupo, enquanto a pesquisa aplicada pertence ao segundo.

Ocorre ainda que a pesquisa fundamental tende a ser de caráter disciplinar enquanto que a outra é quase sempre de caráter interdisciplinar.

Para demonstrá-lo, citarei alguns exemplos concretos do nosso cotidiano químico. Tomemos um especialista em Ramam. Ele pode confinar suas pesquisas nesse segmento, sobre o qual está seguro de possuir um certo controle. Assim, a ciência básica, gerando seus próprios problemas internos, seria conduzida nos limites dessa estreita faixa. Se aceitar a idéia de que a "ciência é a arte do solúvel", irá trabalhando naquilo em que tem chance de ser bem sucedido: ou resolvendo o problema original, ou provando que determinada abordagem é infrutífera, ou descobrindo à margem um outro detalhe possível de ser abordado com êxito e também relevante. Nesse momento ingres-

samos na problemática do critério de importância, que é por vezes a medida da possibilidade do relacionamento de uma pesquisa com outra ciência básica.

Mesmo assim, e nos limites dessas estreitas faixas de especialização, o que observamos é um crescente número de publicações de autoria múltipla. As razões poderiam ser:

- a distribuição de tarefas viria resolver o problema da exigüidade do tempo e da curteza dos prazos;
- o envolvimento com a pós-graduação, na qual o mestrando e/ou o doutorando e seu orientador são co-autores dos trabalhos publicados.
- a utilização de habilidades e conhecimentos diferentes num mesmo campo de saber, o que não chega a ser uma interdisciplinaridade mas uma interpotencialidade ou ação cooperativa entre diferentes aptidões (um membro mais experimentalista, outro com experiência em computação, outro em interpretação de dados, etc).

Outros motivos de associação entre os trabalhadores da ciência, embora menos óbvios são muito atuantes. Nos grandes centros europeus e norte-americanos isso já é notório. Entre nós, talvez seja menos explícito. Na verdade, o trabalho em grupo é uma forma de superar o grande problema da solidão do homem moderno, uma vez que a partilha

da atividade, sem o ônus das lideranças autoritárias e escravizantes, de igual para igual, pode muito bem ser uma maneira de repartir o "pão do ser e das horas"...

As qualidades que pesquisadores devem possuir dependem obviamente de sua função no grupo. Se outrora o cientista era comumente tido na conta de uma pessoa provavelmente introspectiva e reservada, agora o mínimo que se exige para uma liderança científica é "energia, autoconfiança e habilidade".

Fazer questão da prioridade do grupo, do sucesso do trabalho comum é tornar a ciência mais exequível e mais humana. Na universidade, não se deve fugir à reflexão necessária para criar as condições básicas a esse trabalho; essa reflexão seria especialmente prolífica por razões que ultrapassam a própria química e se infiltram na vitalidade do próprio corpo universitário. Está mais do que na hora de examinar essas condições de trabalho, que dependem menos de recursos materiais que do pensamento, da cabeça e do coração das pessoas.

Cabe aqui algumas diferenciações com relação ao modo de trabalhar próprio da pesquisa aplicada. Ela tem sua temática indicada externamente, e a pergunta final, que fecha os relatórios é: "isso funciona?", e não: "isso aumenta o conhecimento em alguma disciplina particular?" Não se admite, aqui, o desvio do objetivo final, ainda que tudo que se encontrar de novo no caminho seja bastante aproveitado...

Contudo, semelhantes aos laboratórios de pesquisa aplicada, existem os grandes laboratórios científicos básicos montados em torno de grande equipamento, a exigir uma cõrte de especialista para projetar, instalar, manter, aplicar e interpretar. Em ambos os casos, a interdisciplinaridade e a presença da engenharia (em várias modalidades) é indispensável. O problema é que não se pode impedir que o estilo dessa grande empresa científica invada a realidade universitária, impondo-lhe suas regras e seu ritmo.

A proposta de socialização da química não se restringe à coletivização pura e simples de suas atividades de ensino e pesquisa. Ela implica uma reflexão em torno dos fundamentos dessas necessidades. No plano do ensino, tornar mais explícitos os pressupostos de que é no convívio com os outros que o educando desenvolve suas potencialidades de todas ordens. No plano da pesquisa, impõe-se que a ciência, que será julgada por um consenso, já se ja iniciada no consenso possível; e que, quando se opuser ao consenso vigente, que já nasça fortalecida por mais de um braço e mais de uma voz. Além disso, não se pode deixar de lado as exigências da polivalência de meios e recursos na tarefa de produção científica, como a interdisciplinaridade dos saberes que os problemas científicos estão a exigir.

Socialização implica também as relações entre a química e o todo social. Ela é dependente desse todo e para ele se dirige. Deixaremos porêm, as considerações ati-

nentes a estes aspectos para outras passagens desse trabalho, sobretudo aquela em que se discutirá a questão da polêmica e a cidade dos químicos.

Cabem ainda algumas considerações de ordem prática no plano do ensino.

Acredito ser desnecessário defender, mais do que já se fez, as vantagens de um bom trabalho em grupo. Contudo, enfatizaria apenas mais alguns. Começaria pela oportunidade de atenuação dos conflitos naturais aluno-mestre no confronto de duas posições em desnível de poder, em que os mecanismos latentes de um e de outro entrariam em oposição; até diferenças de linguagem que existem entre professor e aluno. O grupo possibilitaria ao aluno aprender entre outros e com outros de nível e linguagem mais próximos ou semelhantes ao seu. Seguiria observando que o pensamento objetivo, coerente e formal é fruto da socialização, só levado a cabo no convívio de outros pensamentos. Acresce que muitas vezes é mais importante aprender métodos de trabalho que registrar uma massa de informações. E uma educação que vise o ensino e a produção de ciências não se efetivará se não possibilitar a vivência de atividades grupais.

É certo que há muitíssimos óbices a essa prática:

- a pressão com que é feita a tarefa ensinar-aprender; aulas de tempo exíguo, entre duas outras;
- o sistema de créditos, que dá o lugar a classes

heterogêneas, com alunos que muitas vezes só se encontram naquela disciplina e naquele período, oriundos de cursos diferentes e com tempo de escolaridades os mais variados;

- falta de espaço físico nas universidades para o trabalho em grupo dos alunos (ausência de salas adequadas de mobiliário, de silêncio, etc.);
- dificuldade de encontros fora da universidade em razão das distâncias entre as moradias;
- horários superlotados e discordantes, pelos diferentes elencos de disciplinas cursadas pelos vários alunos;
- experiência anterior, mal conduzida, em que o grupo serviu para "proteger" o aluno fraco, enquanto o bom aluno é a máquina que puxa vagões sem poder reclamar por razões de "coleguismo", etc, etc.

Contudo, creio que vale apenas insistir na experiência. Ou melhor, retomá-la com algumas garantias de êxito, ainda que somente pela duração de um semestre:

- Procurar transmitir a idéia das vantagens do trabalho em grupo e de sua generalização na vida moderna;
- Discutir com a classe as alternativas para tor-

nar o processo honestamente produtivo;

- Informar aos alunos as várias modalidades de técnicas de organização, como o teste sociométrico fundamentado nas idéias de Moreno, e discutir quais as melhores alternativas e, finalmente, levar à frente a opção escolhida para a formação dos grupos.

Uma vez estabelecidos, os grupos deverão criar as regras de funcionamento e controle do seu próprio trabalho:

- distribuição de funções;
- programação e manutenção do ritmo de trabalho;
- auto-regulação para o estabelecimento dos objetivos, dos papéis e da forma de cobrança das tarefas;
- avaliação dos resultados.

Sem essa aceitação e adesão, participação e escolha das regras do jogo será inútil qualquer atividade de grupo. Será mais uma experiência no rumo do desencanto e da apatia.

3.3A Localização, Caracterização e Avaliação da Cidade dos Cientistas Químicos

Bachelard congratula-se com a cidade científica francesa, operante e respeitada. Em determinadas passagens, porém, estende o conceito a uma cidade científica mais universal e sem fronteiras no tempo e no espaço. Uma seria concreta, a outra, abstrata em seus limites, fronteiras e constituição, mas ambas igualmente legítimas no papel de confirmar ou rejeitar os aspectos da verdade paulatinamente construída.

Segundo Leicester, os químicos ingleses

embora individualistas, tinham o costume de se encontrar com seus colegas cientistas para discutir problemas de interesse mútuo. Foi na Inglaterra que, em outro importante estágio formulou-se para o desenvolvimento da profissão, a primeira sociedade nacional de química, fundada em 1841.¹

De âmbito estadual já existia uma sociedade na Filadelfia, E.U.A., desde 1872. Com a sociedade de química em Londres, e sua revista lançada em 1847, "o padrão da química organizada que se tornou dominante desde então, foi determinado". Um a um, os países foram criando suas sociedades,

¹LEICESTER, H. The Historical Background of Chemistry, Chapter XXII.

acompanhadas de seu respectivo órgão de divulgação.

- Societ  Chimique de Paris (1857) - Bulletin (1858)
- Deutsche Chemisch Gesellschaft (1867) - Berichte (1867)
- Sociedade Química da Russia da (1868) - Revista (1869)
- Societ  Italiana de Chimica (1871) - Gazzeta (1871)
- American Chemical Society (1876) - Journal (1879)

No nosso caso, a identificação da cidade científica é menos simples. A cidade científica pressupõe uma atividade coletiva ou grupal e a posse de algum nível de autonomia e vida própria. Se considerarmos a principal função da cidade, o estabelecimento do consenso pelo qual se legitimam as unidades que vão compondo o corpo da ciência, diríamos que ela está dispersa em várias instâncias, de abrangência e poder diferentes.

Num grau crescente de amplitude, a primeira instância seria constituída pelas bancas examinadoras de teses de mestrado e doutorado e nos grupos que selecionam os trabalhos a serem apresentados em congressos e reuniões científicas; nos consultores dos periódicos, encarregados da censura científica; nos comit s assessores dos órgãos financiadores de auxílios, bolsas e outras atividades do cotidiano do cientista.

Finalmente, ela se distribui no recorte das sociedades de química e, numa dimensão invisível, sob aquilo

que se costuma chamar de comunidade química do país, que no entanto, não tendo foro de encontro, não pode exercer testemunhar ou explicitar sua função de julgadora da prova e de promotora do consenso.

Obviamente, é comum o consenso aqui estabelecido buscar lá fora a confirmação da sua autoridade, e muitos cientistas se credenciam pela facilidade com que circulam em congressos e periódicos internacionais.

No Brasil, as atuais sociedades de química tiveram antecedentes, na forma de várias tentativas de organização, desde 1771. Essa história está reconstituída no Quadro 3.3.1.

As origens da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) não foram tranquilas. No momento da mais acentuada inércia da Associação Brasileira de Química (sem manifestação explícita desde 1971), foi feita uma consulta à comunidade (419 químicos pesquisadores) 69% dos quais responderam confirmando a necessidade e a conveniência da criação de uma nova sociedade, que atendesse ao desenvolvimento da química no país. Foi assim que, na memorável reunião da SBPC em 1977, à qual os acadêmicos e cientistas do país estavam expressamente proibidos de comparecer sob pena de demissão, os químicos presentes, cerca de 80, referendados pela vontade expressa na consulta prévia, criaram a nova entidade, surgida num movimento de repulsa ao veto à liberdade de reunião e de associação. Os sócios fundadores assinaram sobre um cartaz que estampava a figura de Galí-

leu: imagem símbolo da reunião que acontecia sob a corajosa hospedagem da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

A química, mais uma vez, tentava se organizar no Brasil. Desta feita, procurando fugir à influência dos grupos estrangeiros das multinacionais, dando o justo lugar à pesquisa e à educação, congregando todos os que se interessarem pela química, fossem eles eméritos ex-professores ou simples estudantes cheios de entusiasmo.

Na empolgação de seus primeiros momentos, a Sociedade Brasileira de Química traçou e até hoje lhe tem permanecido fiel, o projeto de fazer progredir a química, congregar seus trabalhadores e ajustar os interesses dessa ciência aos do país e da sociedade (Art. 2 dos Estatutos)¹³⁵. Em suas reuniões anuais, como sociedade pertencente entre outra, ao rol das associadas à SBPC, os cientistas químicos apresentam sua produção científica, suas pesquisas educacionais e debatem suas perspectivas de política científica e social.

Obviamente, o perfil de sua atuação política irá se definindo a partir de sua práxis e de sua filosofia. Terá de estimular seus sócios com uma inspiração de organização e luta por uma melhoria da atuação da ciência do Brasil com relação ao conjunto da nação.

Tendo se posicionado em todas as ocasiões mais graves — da anistia aos movimentos em apoio às reivindicações dos professores, como também pelas eleições di-

retas — tem ainda à sua frente vastos espaços e problemas dos mais complicados como objeto de reflexão e ação.

Para qualquer sociedade de Química, porém, em sua extensão para a cidade científica química caberá sempre:

- avaliar e criticar, no contexto nacional, os planos e projetos governamentais relacionados à implantação, ao desenvolvimento e atuação da ciência;
- analisar a filosofia, a prática e as conseqüências do processo educativo brasileiro, sobretudo no que toca ao ensino e à produção dos conhecimentos químicos;
- avaliar os perfis das diversas linhas de atuação profissional do químico e das diversas atribuições profissionais para se firmar um ponto de vista com relação a uma justa redistribuição das ofertas de mão-de-obra em face das necessidades bem diferenciadas geradas pelo crescimento do país;
- reavivar continuamente a consciência da própria química como ciência em evolução dentro da comunidade dos químicos. Isto deve ser realizado mediante a pesquisa, com a explicitação das frentes avançadas de investigação e das áreas prioritárias para o país em termos de expansão do nosso conhecimento químico;
- aferir as conseqüências da atuação da química nos problemas atuais da época tecnológica: poluição, preservação do meio ambiente, previsão de recursos alimentícios, combate às doenças endêmicas, contribuição para a solu

ção dos grandes problemas da humanidade: energia, saúde, melhoria de vida para todos, incluindo conforto, lazer e maior abertura para os mistérios do universo que ainda cercam o homem como uma noite a ser transposta.

Voltando a uma das faces visíveis dessa cidade, que são as sociedades, há de se ocupar com a implantação de alguns dos seus aspectos organizacionais.

A consolidação de uma estrutura orgânica que se fortalece nas secretarias regionais irá aguçando estratégias de pronta resposta aos problemas do dia-a-dia. Os ardís ideológicos da trama social irão sendo desvelados pelo exercício da reflexão em grupo, pela vivência política em órgãos diversos, e a análise dos fatos colhidos nas fontes gerais e particulares de informação. Somente um sentido de estratégia política e da prática da participação lúcida, e do desejo de manter em bom nível a consciência possível, podem restituir, aos olhos da nação, a imagem do químico, muitas vezes depreciado quando maldosamente comparado em seu desempenho, a outros profissionais que, mesmo no campo das ciências exatas, têm o seu corpo científico sujeito a outras condições. A química se dispersa por variedades múltiplas de atividades profissionais, é envolvida em seu cotidiano pelo sistema de produção capitalista, mesmo quando está aparentemente protegida, nos redutos universitários ou institutos de pesquisa fundamental. Na verdade, a química é uma ciência mais existencial que a física e a matemática. Mais sujeita às induções dos

momentos, menos ascética nos seus sistemas de estudo, nela não se pode trabalhar somente com materiais de alta pureza, ou isolar rigorosamente variáveis, ou mantê-las sob controle com a mesma facilidade que em outras áreas de ciência. É uma ciência muito mais comprometida com a utilização, com o sincretismo, com o pragmatismo das aplicações. Indispensável ao homem; em nenhum estágio de sua vida ou de sua história pode ou poderá estar ausente. A extensão do seu poder torna sujeita seus autores a situações conflitantes e pouco nítidas; está na guerra e na paz; está na vida e na morte; está aqui, ali e em toda parte do universo material. Mesmo onde não haja vida, mas onde quer que haja matéria e energia.

Como porém a química se espraia fora da academia e por atividades industriais e de serviço aplicados na "urbis", a importante presença dos sindicatos químicos e conselhos regionais de química permitirá às sociedades reunir o conjunto de seus profissionais em torno de problemas comuns.

A vivência de práticas produtivas diversas e a subsequente discussão e troca das informações serão as únicas possibilidades de ativar e desenvolver a consciência possível no espaço mais conveniente para a conversão do químico num intelectual orgânico, a expansão e conformação dos já existentes por meio de uma ação política organizada.

QUADRO 3.3.1

História das Sociedades Químicas no Brasil

- 1922 - Sociedade Brasileira de Química.
- 1938 - Associação Química do Brasil.
- 1951 - Fusão das duas sociedades na Associação Brasileira de Química (ABQ).
- 1952-1960 ABQ promove 5 Congressos.
- 1961-1975 ABQ promove 4 Congressos.
- 1962-1975 Período de latência de ABQ.
- 1964 - Fundação da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM).
- 1975 - Fundação da Associação Brasileira de Engenharia Química (ABEQ).
- 1977 - Sociedade Brasileira de Química.
- 1978-1984 SBQ promove 7 Reuniões Anuais e mais de 20 reuniões regionais.
-

FONTE: MORS, V. Rev. Q. Ind., 1980, p. 102. Com acréscimos da autora desta dissertação.

CONCLUSÃO

A coexistência do ensino e da pesquisa no exercício do magistério é, sem dúvida, uma exigência da vida universitária, destinada necessariamente à transmissão e produção de conhecimento. A indissociabilidade dessas funções, porém, não é de todo tranqüila quando se torna uma imposição, sem nuances e diferenciações, feita à pessoa de cada professor.

O aprofundamento das questões que se originam da relação entre o ensino e a pesquisa como funções de magistério superior trouxe-me uma visão mais realista e também esperançosa quanto ao assunto.

Embora as dissonâncias entre as funções tivessem sido acentuadas pela obrigatoriedade, a partir de uma lei que as tornou indissociáveis no exercício profissional de uma mesma pessoa — o professor universitário — as tentativas de ajustamento à problemática criada, a sinceridade das reações comportamentais, mesmo à revelia do escamoteado das posturas teóricas, tudo isso me deixou, na realidade mais perspectivas de solução que razões para desistência.

Hoje vêem-se mais claro os obstáculos ao desempenho equilibrado de duas funções, que exigem, bem nitidamente, qualidades bastante diversas e paixões obviamente diferenciadas. Mas no curso do tempo em que transitei pelos corredores dessa vivência, pude ir encontrando desde

contribuições teóricas a práticas efetivas que me alegram com promessas de bons frutos.

Antes da lei, o contexto universitário brasileiro, em alguns casos, como o da Universidade de São Paulo, já experimentava essa dualidade. A diferença é que as vocações individuais eram respeitadas. A indissociabilidade da pesquisa e do ensino dava-se no nível institucional, no qual, por dever de prudência, conviria ter profissionais bem dotados para uma ou outra dessas tarefas e ocasionalmente, e em variado grau, para ambas.

Um aprimoramento da vida universitária favorecerá uma situação melhor no ensino por parte daqueles mais bem dotados para a pesquisa e uma atuação maior na pesquisa por parte dos mais bem aquinhoados para o ensino.

Conquanto sejam veiculadas através dos cursos de licenciatura e outros de aperfeiçoamento pedagógico dos professores leigos (isto é, os não especialistas em pedagogia) nem sempre as idéias didáticas são radicadas numa filosofia feliz ou adequada, e não seria pois de estranhar que muitos pesquisadores se recusassem sadiamente ao seguimento de receitas. Com isso, de certo modo, torna-se até benfazeja essa reação, que os torna aptos a identificar uma orientação pedagógica mais pautada em princípios que lhes mereçam confiança.

Embora ainda se ouça o velho chavão "o mal da universidade é ter alunos" ... essa fala na boca de casos es-

porádicos que se ufanam da posição elitista do pesquisador exclusivo apenas confirma a regra oposta.

O aprofundamento das questões abre muitas alternativas para a superação dos conflitos, desde que alguns princípios sejam respeitados e a filosofia adequada seja difundida e adotada.

O primeiro princípio seria o de transferir para a célula institucional, ou seja, o departamento, a responsabilidade primeira quanto à indissociabilidade das funções magisteriais de ensino e pesquisa. E admitir, numa sábia e flexível distribuição de tarefas, a participação de cada docente em proporções próprias numa e noutra dessas funções, respeitadas sua vocação e aptidões pessoais.

O segundo princípio seria oriundo da própria natureza social da ciência. Mesmo sem precisar apelar para a filosofia, constata-se que a ciência no mundo contemporâneo não pode ser feita individualmente. Por força dessa realidade, não há pesquisador que possa trabalhar isolado. Conseqüentemente, terá de contribuir de alguma forma para a formação de seus auxiliares, sendo esta sem dúvida uma ação especificamente educativa. Quando integrada no sistema de ensino seria uma atividade restrita, no mínimo, à área de pós-graduação, através da orientação de teses ou cursos especializados.

Uma vez posta e reconhecida, contudo, a obrigatoriedade do ensino e da pesquisa na vida acadêmica, neces

sário se torna o surgimento de um campo especulativo de interesse comum. A consequência primeira das posturas será a admissão de que o maior conhecimento da química enquanto ciência, ou seja, a posse das particularidades de sua epistemologia — tomada enquanto disciplina que regula a produção do saber científico de cada ciência em particular — conduzirá à criação de um território comum de crescimento, intercâmbio e participação para todos os membros de um departamento universitário, ainda que tenham tendências diferenciadas em grau e extensão para atividades docentes ou de investigação.

Muito antes de iniciar essa dissertação, nos idos de 1960, o estudo e a preocupação com assuntos didáticos levaram-me à obra de Jean Piaget. Os fundamentos que este autor apresenta constituem critérios para uma didática científica. Contudo, suas aplicações na química ainda eram pouco desenvolvidas. Ficou-me porém a certeza da importância da epistemologia, como viga mestra da didática especializada de cada ciência específica. A descoberta da obra de Bachelard trouxe-me a revelação do tão almejado território teórico comum, no qual dialogariam, com bagagens diferentes mas em níveis iguais de interesse, tanto os que preferissem o ensino quanto os que preferissem a pesquisa como atividade prioritária.

Sem dúvida alguma Bachelard é o pensador contemporâneo que melhor contribuiu para o assentamento da epistemologia química. Mesmo registrando que só trata dos as-

pectos cognitivos, deixando de fora outras perspectivas necessárias à consideração de uma ciência, e que é um apologista radical da química, silenciando suas falhas e comprometimentos, é preciso reconhecer que ele instituiu com relação a essa ciência um pensamento de tal forma revelador, sem deixar de ser crítico; de tal forma renovador, sem deixar de ser rigoroso e preciso, que se interpõe como trecho obrigatório no caminho que conduz à sua verdadeira compreensão.

Alguns conceitos criados por Bachelard são indispensáveis para o exercício lúcido das funções de ensinar e pesquisar. Nenhum docente de química poderá ignorar propostas que se tornaram fatos culturais consagrados em nossos dias. Conhecer e utilizar categorias epistemológicas tais que ruptura, obstáculo, perfil, erro, polêmica, dialetização de conceitos científicos, dialetização da relação aluno-professor, cidade dos cientistas é uma exigência decorrente do dever de contemporaneidade para o bom desempenho profissional.

É certo que Bachelard não abordou, ou não explicou, uma parcela muito grande da problemática que envolve a ciência atual. Mas, se silenciou, ele não bloqueou a discussão dessas questões. Delineou os problemas, reconheceu-os. Mas passou ao largo deles, muitas vezes pretextando ultrapassarem suas preocupações de momento, mas de certa forma, legando para outros seu cuidado posterior.

A esta altura, antes de concluir este trabalho, é de toda conveniência estabelecer as limitações da episte-

mologia de Bachelard, justamente pelo grande valor que lhe atribuo e por considerar que ela não se fecha a posteriores aberturas, justamente no âmbito do grande movimento dialético que ele nos mostrou ser o vital para qualquer verdade: o destino de superar-se a si mesma numa contínua expansão. Assim sendo, mostrarei alguns tópicos de capital importância que, embora assinalados por ele, não chegaram a ser objeto de seu estudo.

Descartou-se por exemplo, do problema de alegada neutralidade da ciência em face dos danos sociais por ela causados, com a alegação de que "o mal não é um problema de meios"¹.

Não se envolveu também com a proposição de uma história diferencial da ciência que, segundo Lecourt² seria "pensar em conjunto várias histórias de estatuto diferente". Ou seja, considerar a interação recíproca das diferentes histórias a da ciência com a da ideologia e principalmente com a própria história no seu sentido mais amplo.

Assim sendo, como consequência, enclausurou a cidade dos cientistas em limites impermeáveis como se responsável e determinante de suas próprias regras de viver.

¹ER., p. 92.

²LECOURT, D. Pour une critique de l'Epistemologie, p. 33.

Mais uma vez, contudo, a mesma pensadora demonstra a contradição dessa utopia: a que levariam as considerações de Bachelard sobre o papel da instrumentação na fenomenotécnica. Ora se a fenomenotécnica é capaz de alterar os conceitos, ou de gerar as essências, e se os instrumentos dessa fenomenotécnica estão ligados às técnicas de produção da "pólis", como pode ser a história da ciência desvinculada da história da cidade técnica da sociedade e do Estado, se, segundo o próprio Bachelard, "só a sociedade pode lançar a eletricidade num fio"....?

Para ele, há um contínuo entre o racionalismo que privilegia a descoberta e o que privilegia a prova. A ciência está em incessante fundação. Isso não significa, porém, contingência ou incerteza da descoberta. É porque sua racionalidade é produtora de descobertas que o materialismo científico é uma ciência do futuro.

A contingência das descobertas científicas não passa muitas vezes da óptica do ignorante(...). São surpreendentes aos que não desfrutam da tensão de pesquisa que anima a cidade científica. Diante da descoberta, o sábio moderno se 'maravilha', compreendendo (...). Estão dialeticamente interligadas a síntese global e a problemática em que cada um trabalha.¹

¹MR., p. 7.

Dessa forma, a promoção de um fato à categoria de descoberta é da responsabilidade do conjunto da cidade científica. A origem, porém, do movimento, o passo entre o germe do conhecimento e sua constituição em problemática, na subjetividade do pesquisador, não é objeto da consideração de Bachelard. Aliás, ele se mostra desinteressado dos aspectos pessoais do cientista. Ao se referir à problemática da competição e do comportamento quotidiano, afirma:

Poderiam nos criticar pelo fato de tratarmos o problema do outro (o outro trabalhador da prova) de um modo 'tão desencarnado'. Teríamos prazer, sem dúvida, em tratar de outra forma os grandes problemas da amizade e da rivalidade humana, e participar dos debates tão animados da filosofia antropológica contemporânea. Mas esta não é nossa tarefa na presente obra. Sô tratamos de problemas metapsicológicos colocados pelo pensamento científico, pelo pensamento racionalista.¹

Perante a realidade dos problemas quotidianos dos homens e de sua organização político-social, que se entremeia na problemática científica e vice-versa não se pode deixar de acentuar a necessidade de uma epistemologia dialetizada, ela própria a clamar por fundamentos numéricos fora dos seus argumentos específicos, fundamentos esses oriundos da sociologia e da história da ciência.

¹RA., p. 64.

É como, citando mais uma vez Lecourt¹ "se a evolução da conjuntura científica exigisse conceber, no sentido Bachelardiano do termo, uma epistemologia não-bachelardiana"...

Nesse espaço de afluência integralizadora de outras ciências, poder-se-iam inserir perspectivas críticas da suposta neutralidade da ciência e de sua hegemonia no mundo atual.

Diga-se que, para as exigências desse debate, de cunho inter e supra-disciplinar, o corpo de participantes extrapolaria as próprias fronteiras acadêmicas abrangendo necessariamente o âmbito mais amplo da cidade dos cientistas.

Porém, conquanto seja válido estabelecer de antemão algumas das metas de chegada, não são dispensáveis as considerações sobre as condições reais de trabalho e características da prática profissional do professor de química universitário, agora.

A observação participante, possibilitada pelo exercício do magistério superior ao longo de quatorze anos em três universidades brasileiras, e o contato freqüente com outras, acrescida dos retoques fornecidos pelos dados resultantes de um inquérito realizado entre colegas, levou-me a elementos delineadores que permitem maior nitidez na

¹ LECOURT, D. L'Epistemologie Historique de Gaston Bachelard, p. 63.

descrição da prática do ensino e da pesquisa em química, entre nós.

O fator preponderante da deteriorização que se nota nas condições de trabalho na universidade brasileira é sem dúvida alguma a falta de recursos financeiros, repercutindo diretamente na infra-estrutura administrativa, técnica e material. Só para confirmar, como um mote a ser continuamente lembrado, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico baixou de cento e vinte milhões de dólares em 1981 para quarenta milhões em 1984. Sem esquecer a erosão de verbas para a educação no Brasil e a não efetivação da Lei Calmon, que obrigaria à retomada dos índices constitucionais recomendados.

A reforma do ensino superior, mesmo se aceita como sintoma de desejo de acertar — não foi efetivamente implantada, por falta das condições por ela exigidas.

Um dos primeiros obstáculos colocados pelos que opõem o ensino à pesquisa e vice-versa é a ocupação do tempo útil do professor obrigado às duas funções. As respostas mostram que não é o ensino que tira tempo à pesquisa ou vice-versa. A lista de tarefas identificadas como costumeiras ao professor pesquisador demonstra que grande parte do seu tempo é consumido em tarefas burocráticas (relatórios, questionários, elaboração detalhada de projetos) tarefas administrativas (coleta de preços, compras, consulta a fornecedores, etc) e colheita de material informativo através de consulta manual e unitária (de periódicos).

cos, Chemical Abstract, etc.)

A simples constatação desse fato alivia as tensões e diminui as críticas ao sistema; exige, contudo, que os departamentos tenham condições de infra-estrutura administrativa, e que o processo de veiculação das informações seja facilitado e processado por centrais computadorizadas. A presença de especialistas em administração científica, mesmo que de nível médio, ou de funcionários formados na prática, torna-se indispensável.

A existência de técnicos para a manutenção de aparelhos e instalações faz-se notar nos centros maiores, contudo, é rara ainda na maioria dos casos. Sendo a formação técnica eletrônica de cunho prático pouco difundida entre nós, por efeito de uma tradição mais livresca que experimental no que concerne à aparelhagem, as horas consumidas em conservar em bom estado de uso os instrumentos pesa bastante no dispêndio do tempo, considerando-se o esforço de adaptação e re-educação que o pesquisador se impõe. Uma solução viável já está sendo cogitada, mas sua eficácia dependerá de sua extensão efetiva: é a de cessão de bolsas para técnicos, que possam subsidiar a pesquisa universitária.

Foram despendidos enormes esforços na melhoria dos quadros profissionais mediante a expansão da pós-graduação. O primeiro curso de pós-graduação em Química foi criado em 1969. Atualmente, contam-se no Brasil, devidamente credenciados, 24 cursos de Mestrado e 11 de Doutora-

do¹. No entanto, é necessário dizer que essa pós-graduação descuidou-se do aprimoramento pedagógico de seus mestres e doutores, e os resultados dessa falha já se fazem sentir. Ressente-se também o conjunto de uma visão política que motive para uma busca de fundamentos filosóficos capazes de nutrir de maneira mais efetiva as atividades do magistério.

O esforço feito na produção científica química no Brasil é respeitável e promissor. Sem tecer considerações a respeito de questões, prioridades ou aplicações — o que deixarei para o futuro — a colheita de trabalhos aqui nascidos é indicativa de uma força razoável de empreendimentos:

- o número de publicações aumentou em mais de 100% entre 1972 e 1979;
- a produção universitária é três vezes maior que a do setor governamental e privado (no setor universitário passou de cerca de 500 em 1972 para cerca de 1300 em 1979, enquanto que no setor privado e governamental variou de cerca de 200 em 1972 para próximo de 300 em 1979.²

¹ CRAVEIRO, A. Financiamento e apoio à Pós-Graduação em Química no Brasil - Conf. Interamericana de Formação de Recursos Humanos na área de Química, USP-1984, p. 9.

² CAGNIN, M.A.H. - Patterns and Research in Chemistry in Brazil - Cornell University, 1984.

Como se vê, tudo isso aconteceu com participação significativa da Universidade Brasileira, despojada dos últimos de seus tostões para suas rubricas de pesquisa antes mesmo de 1970. As agências financiadoras injetaram recursos contando com a mão-de-obra de seus professores-pesquisadores, muitas vezes porém com desrespeito profundo das vocações específicas de cada universidade com relação aos problemas que elas próprias escolhiam como objeto de seus cuidados e estudos.

A quebra de autonomia universitária tornou-se flagrante nessas situações. E, mesmo sob o protesto do corpo docente, discente e até de alguns altos quadros administrativos¹ permanece até agora.

A prática do ensino, configurada pelas respostas aos questionário, indica uma participação e um esforço manifestamente positivo por parte dos professores pesquisadores. Contudo, por ainda não dominarem, correntes que são de uma perspectiva norteadora, o campo inteiro da problemática, sente-se que as ações nem sempre se aplicam com pleno aproveitamento. Estratégias de ensino várias são coladas num recorte sem estrutura de conjunto, e várias iniciativas são assumidas fragmentadamente. Muitas vezes constata-se uma enorme perda de tempo com falsos proble

¹UFC. A Universidade e o Desenvolvimento Regional, 1980-p. 172.

mas, cuja existência se deve mais à política geral de educação (ou deseducação) que propriamente a faltas técnicas e científicas de caráter pedagógico. É o caso bem típico do vestibular.

A modalidade clássica de aula expositiva continua em uso, alterada somente pela hibridização com o "ensino livro-texto" de que fala Thiollent¹. A partir daí, (sem contestar a importância do livro científico com finalidade didática, exortado por Bachelard), o livro-texto continua sendo alvo de preocupação de grande e expressiva parte do professorado brasileiro de química, com o detalhe de ser em sua quase totalidade oriundo dos Estados Unidos e da Inglaterra, em versões originais ou traduzidas. Desejável seria que sua utilização seguisse com coerência os ditames metodológicos, cuja fundamentação — de que se serviu o autor, impõe. Ou que, uma vez transgredida, o fôsse conscientemente, servindo-se o docente do livro como instrumento de peso estipulado e conhecido, em outro enfoque ou filosofia didática por ele assumida. Nota-se uma variante da preocupação no sentido de prover o estudante de manuais que o preparem para o estudo, ou que o tornem mais apto a assimilar os livros-texto. Há esforços incipientes para a elaboração de manuais de estudo dirigido e alguns de introdução à atividade experimental. A iniciativa com relação à produção de livros-texto nacionais ainda é aca-

¹ THIOLLENT, M. Aspectos Sociais de Didática Universitária - Educação e Sociedade 4, 1979, p. 123.

nhada.

O atendimento de aspirações unânimes, como a da implantação de um ensino experimental, ainda deixa muito a desejar por falta de aproveitamento das pessoas certas nas funções e tarefas certas. Assim é que o potencial de experiência e de conhecimento com relação às atividades de laboratório dos professores pesquisadores é pouco ou quase nunca utilizado para os pontos vitais de melhoria que todos almejam. Por exemplo, o desenvolvimento de uma instrumentação modular sólida e sóbria, caracterizada pela facilitação de apresentação do princípio físico-químico ao aluno, ou a elaboração de propostas de projetos e problemas experimentais capazes de suscitar engajamento e desenvolvimento da reflexão e gosto pelas teorias, ao lado da compreensão do conteúdo essencial metodológico por parte dos estudantes — ainda não são ações consideradas relevantes e necessárias ao ensino, e, sem dúvida, mais eficazes que a condução em laboratório de classes experimentais facilmente desempenhada por docentes menos experientes.

No entanto, em boa hora aconteceu uma abertura promissora para a pesquisa sobre assuntos ligados ao ensino da química. Infelizmente, nem todos ainda consideram com convicção que essa é também uma pesquisa química. Aliás, diga-se de passagem, algumas agências financiadoras de pesquisa nem sempre sabem situar, com a cumplicidade dos próprios cientistas, um pedido de auxílio dessa natureza,

ficando o mesmo a rolar entre a educação geral e as diversas disciplinas de área específica. A análise de sua produção mais recente é animadora, e, em alguns desses trabalhos sobre ensino de química segundo o já apontado atrás, são facilmente evidenciadas tendências de caráter epistemológico.

Contudo, a maior necessidade entre todas é desenvoler de forma mais consciente e contínua a pesquisa na direção de alguns temas ou assuntos de fundamental importância para o ensino. Permito-me relacioná-los novamen-
te:

- Estudo do erro. Localização, caracterização, diagnóstico, determinação de suas origens e alternativas de erradiação no acervo de conhecimentos contido nos livros, práticas ou memória científica pessoal do aluno. Este tópico, por extensão, desembocaria num estudo alargado dos obstáculos epistemológicos já conhecidos e atuantes na quími-
ca contemporânea, levando, se possível, à identi-
ficação de novos obstáculos.

- Autenticação e ativação do processo de trabalho socializado praticado na pesquisa em química e sua extensão ao ensino mediante a recuperação do trabalho escolar em grupo. Essa atividade foi gravemente danificada pela recente articulação (ou desarticulação) advinda da implantação do sistema

parcelado de créditos, com extinção da antiga agregação dos alunos em séries. Torna-se necessário superar as dificuldades e encontrar soluções alternativas que neutralizem as dificuldades oriundas da nova organização universitária.

- Elaboração de autênticos problemas — refiro-me àqueles que constituem uma categoria epistemológica bem definida, podendo ser centro convergente do processo de criação de saber (quando o assunto é novo) ou centro convergente do processo de ensino-aprendizagem (quando o assunto é já conhecido). Essa tarefa regula uma revisão das contribuições existentes a partir de Piaget e uma aplicação consciente dos princípios presentes na epistemologia de Bachelard.

- desenvolvimento do método da redescoberta nas várias disciplinas que constituem a química. Reelaboração de antigas propostas, adaptação de outras originárias de outras disciplinas como a física. Deve-se cuidar da extensão do método, aplicando a ele os subsídios advindos do pensamento de Bachelard quando considera que a ciência é também criada a partir de fatos já conhecidos articulados num novo arranjo ou numa nova forma de reordenar, reorganizar ou reapresentar.

- reconstituição, para aplicação no ensino, de al-

gumas seqüências histórico-epistêmicas que possibilitaram a emergência dos fundamentos atuais da ciência química sob a forma de conceitos, leis ou teorias, com o aclaramento possível das rupturas, das recorrências e desvelamento de elos mais ocultos, de tal forma que o aluno possa verificar a força construtiva da química como área do conhecimento humano.

No plano da atuação destacam-se algumas recomendações, também fruto de reflexões com base em Bachelard:

- 1 - ativação da polêmica em todos os níveis:
 - consigo mesmo através dos exercícios de delineamento de perfis epistemológicos com relação a noções fundamentais;
 - contra alguém ou alguma coisa - em todas as oportunidades de instauração da polêmica como clima por excelência fecundo ao desabrochar da ciência: aulas, grupos de trabalho e estudo, seminários, reuniões, projetos de pesquisa, congressos, etc.etc.

Essa atuação deve-se concretizar, para benefício da comunidade interna e externa à Universidade, na cidade dos químicos, como instrumento construtivo e defensivo; como recurso cognitivo e postura comportamental, como instrumen-

de expressão e forma reivindicatória de natureza até mesmo política.

- 2 - Dialetização da relação aluno-professor, com alternância dos papéis e funções tradicionalmente conferidos ao ensinado e ao ensinante. Nesse particular, a contribuição de Bachelard é sem dúvida de grande relevância para uma primeira reflexão.
- 3 - Finalmente, seria de grandes e frutíferas consequências que professores pesquisadores aplicassem seu tempo desperdiçado em tarefas burocráticas em eventos que materializassem a cidade científica da química. Essa exigência de participação e militância é extensiva ao corpo discente. Normalmente o espaço de configuração dessa cidade é aquele em que se faz notar a presença do consenso comunitário. Algumas sociedades podem pôr seus territórios de atuação a serviço dessa emergência. No Brasil já se pode contar para isso com a Sociedade Brasileira de Química.

É da maior urgência a proposta de ativação e orça-

nização político social e consolidação da comunidade científica do país. E a contribuição para isso faz parte do percurso de amadurecimento na vida individual de cada cientista ou candidato a cientista.

Por outro lado, é no âmbito dessa cidade que se fará sentir a necessidade de uma epistemologia dialetizada já descrita anteriormente. O progresso cultural e espiritual deste país não dispensa a lucidez necessária dos trabalhadores do campo da ciência. A química, ela própria, reclama uma maior clareza de seus objetivos, uma consciência mais definida de seu papel na construção do mundo dos homens.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - AEBLI, Hans. Prática de Ensino - Trad. Maria Terezi-
nha de Oliveira Huland 2^a, Rio de Janeiro, Vozes,
1971.
- 2 - AGENDA CNPq. Informativo do Conselho Nacional de De-
senvolvimento Científico e Tecnológico Brasília As-
sessoria de Imprensa CNPq 028-039- 1983/1984.
- 3 - ALEXEYEV, V.N. Quantitative Analysis - 2n ed. - Trad.
do russo, E.B. Uvarov, Moscou, MIR, s/data.
- 4 - _____. Analyse qualitative, Moscou. Ed. de La
Paix, 1980.
- 5 - ALLINGER R, NORMAN, L. et alii. Organic Chemistry, 2nd
ed. New York Worth Publishers Inc. 1976.
- 6 - ATKINS, J. Myron & KARPLUS, Robert. Descoberta ou in-
venção IN: O ensino, textos escolhidos por Nelson,
Louis, N. Trad. Joshuah de Bragança Soares. São Pau-
lo, Saraiva, 1980, parte 16, p. 249-254.
- 7 - AUSUBEL, D. The transition from concrete to abstract
cognitive functioning: theoretical issues and impli-
cations for education, JRST 2, 221 (1964).

- 8 - BACHELARD, Gaston. Le nouvel esprit scientifique, 15^e ed, Paris, Presses Universitaires de France, 1934.
- 9 - _____. L'activite rationaliste de la physique contemporaine. Paris, Presses Universitaires de France, 1951.
- 10- _____. Etudes, Paris, Vrin, 1970.
- 11- _____. Epistemologie. Textes choisis par Dominique Lecourt. 35 ed. Paris, Presses Universitaires de France, 1971.
- 12- _____. Engagement rationaliste, 1^{re} ed. Paris, Presses Universitaire de France, 1972.
- 13- _____. Le materialisme rationnel, 3^e ed. Paris, Presses Universitaires de France, 1972.
- 14- _____. Le pluralisme cohérent de la chimie moderne, 2^e ed, Paris, 1973.
- 15- _____. La activiad racionalista de la fisica contemporanea. Trad. Estela Canto Buenos Aires, Editorial Siglo Versite, 1975.
- 16- _____. La philosophie du non, 7^e ed, Presse Universitaire de France, 1975.

- 17- BACHELARD, Gaston. Le rationalisme appliqué, 5^e ed., Paris, Presses Universitaire de France, 1975.
- 18- _____. La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyses de la connaissance objective, 11^{eme} ed., Paris, Vrin, 1980.
- 19- _____. Essai sur la connaissance approchée. Paris, Vrin, 1981.
- 20- BALBINO, R.R. O objeto de matemática especificidade e materialidade. - Educação pela inteligência, I, 1, 53-59, 1981.
- 21- BARROW, Gordon M. Physical Chemistry, 2 ed., New York, Mc Graw-Hill, 1966.
- 22- BEISTEL, D.W. A piaget approach to general chemistry, J. Chem. Ed. 52, 3 151-152, 1975.
- 23- BENT, Henry A. Uses of history in teaching chemistry. J. Chem. Ed. 54, 8, 462-468, 1977.
- 24- BOCKRIS JO'M. & REDDY, A.K.N. Eletroquímica moderna. Trad. espanhola de D. José Beltran Barcelona, Ed. Reverté, 1979, vol. I.
- 25- BORDENAVE, Juan D. & PEREIRA, Adair M. Estratégias de ensino-aprendizagem - 5^a ed., Petrópolis, Vozes, 1983.

- 26- BRANNIGAM, Augustine. A base social das descobertas científicas. Trad. Lea Susse Rina Viveiros de Castro. Rio de Janeiro, Zahar Ed., 1984.
- 27- BRASIL - Decreto nº 76.924 de 29 de dezembro de 1975. Regulamenta a concessão de incentivos funcionais - Brasília - Diário Oficial CXIII - 242.
- 28- BRASIL - Reforma do ensino - Novas diretrizes e bases da educação nacional. Rio de Janeiro, Gráfica Auriverde Ltda, 1974.
- 29- BROZEN, R. En el reino del hada buena. Trad. E. Karapetian, Moscou, Mir, 1974.
- 30- BRUNER, Jerome S. O ato da descoberta IN: O ensino textos escolhidos por Nelson Louis, N. Trad. Joshual de Bragança Soares, São Paulo, Saraiva, 1980, parte M3, p. 213-225.
- 31- BUNGE, Mario. Ciencia e Desenvolvimento. Trad. Claudia Regis Junqueira. Belo Horizonte, Ed. Itatiaia, São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.
- 32- CANGUILHEM, C. Dialectique et philosophie du non chez Gaston Bachelard Revue Internationale de Philosophie, 66, 4, 1963.

- 33- CANGUILHEM, G. Gaston Bachelard et les philosophes - Sciences 24, 7-10, 1963.
- 34- _____. L'histoire des sciences dans l'oeuvre epistemologique de Gaston Bachelard Annales de L'Université de Paris, nº 1, 173-186, 1963.
- 35- CASTELLAN, G.W. Física-química. Vol. 1 e 2. Trad. Luiz Carlos Guimarães. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A. - 1976, 2v.
- 36- CASTRO, Armando. Teoria do conhecimento científico 3º e 4º volumes Porto, Ed. Limiar, 1982.
- 37- CHEMICAL BOND APPROACH - Chemical Systems. New York, McGraw Hill, Book Co. 1964.
- 38- CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA - Legislação do químico, Rio de Janeiro, 1981.
- 39- COTTON, Albert, F. & WILKINSON, Geoffrey. Basic inorganic chemistry. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1976.
- 40- COTTON, Albert F. Ligand Field Theory, J. Chem. Ed. 41. 9. 466-476, 1964.
- 41- DAGONET, François. Tableaux et langages de la chimie. Paris, Seuil, 1969.

42- DAGONET, François. Bachelard. Trad. Alberto Campos.
Lisboa Edições, 70, 1980.

43- DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - 1º Encontro Nacional de Química Analítica - Rio de Janeiro, 1982.

44- DERKSE, W. Popper's epistemology as a pedagogic and didactic principle or: let them make more "mistakes".
J. Chem. Ed. 58. 7 565-567, 1981.

45- EBERHARDT, W.H. Textbook errors index numbers. 73-
138- J. Chem. Ed. 57 2 129-133, 1980.

46- EVANS, Thomas A. The impact of chemical science: do our students understand it? J. Chem. Ed. 54. 5,
304-305, 1977.

47- EWING, Galen W. Instrumental methods of chemical analyses. 3rd ed., New York, Mc Graw-Hill, 1960.

48- EXPERIÊNCIAS de Química Técnica e Conceitos Básicos:
PEQ - Projetos de Ensino de Química / coordenador Ernesto Giesbrecht, autores Anna Maria Passos Felicissimo /et alii/; revisor Ricardo Feltre - São Paulo: Ed. Moderna. Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

- 49- FENSAHM, Peter. Challenges of the future for chemical education. J. Chem. Ed. 59, 2. 98-101, 1982.
- 50- FOX, Mary F. & FAVER, Cherine A. Independence and cooperation in research. J. Higher Educ. 55, 347-359, 1984.
- 51- FREILICH, Mark. B. A student evaluation of teaching techniques. J. Chem. Ed. 60, 3 218-221, 1983.
- 52- FRAZER, Malcolm. A resolução de problemas em química. Química Nova, 5, 4, 124-125, 1982.
- 53- FRAZER, Malcolm. A Pesquisa em Educação Química, Química Nova, 5,4, 126-127, 1982.
- 54- FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 8^a ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1980.
- 55- FRISCH, H.L. & WASSERMAN, E. Chemical topology - organic and biological chemistry. J. Am. Chem. Soc. 83 3789-3795, 1961.
- 56- FUNDAÇÃO CESGRANRIO - Análise das questões - comentários técnicos soluções, química. Rio de Janeiro, 1980 a 1981.

- 57- GADOTTI, Moacir. Educação e poder, introdução à pedagogia do conflito. 5^a ed. São Paulo. Cortez: autores associados, 1984.
- 58- GENYEA, Julien. Improving students' problem - solving skill. J. Chem. Ed. 60, 5, 478-482, 1983.
- 59- GIANNOTTI, Jose A. A universidade e a crise. Novos Estudos, CEBRAP. 10, 32-41, 1984.
- 60- GINESTIER, Paul. Pour connaitre la pensée de Bachelard, Bordas, 2^e ed. 1981.
- 61- GOLDWHITE, Harold. Provocative opinion - Clio and chemistry: A divorce has been arranged. J. Chem. Ed. 52, 10, 645-651, 1975.
- 62- GOOD, Ron, KROM, Robert A. & MELLON, E.K. Piaget's work and chemical education. J. Chem. Ed. 56, 426-430, 1979.
- 63- _____ et alii. The work of Jean Piaget. J. Chem. Ed. 55, 11, 688-693, 1978.
- 64- GOODMAN, Daniel W. & BEAN, John C. A chemistry laboratory project to develop thinking and writing skills. J. Chem. Ed. 60 6, 483-484, 1983.

- 65- GOODSTEIN, Madeline P. & HOWE, Ann. Application of Piaget theory to introductory chemistry instruction, J. Chem. Ed. 55, 3, 171-173, 1978.
- 66- GOULD, Edwin S. Inorganic reactions and structure. Revised edition. S. Francisco. Holt Rinehart. 1962.
- 67- GRANGER, Giller-Gaston. Pensamento formal e ciencias do homen I. Trad. Miguel Serras Pereira, Lisboa, Editorial Presença, 1975.
- 68- HERRON, Dudley J. Piaget for chemists. J. Chem. Ed. 52, 3, 146-149, 1975.
- 69- _____. Piaget in the classroom. J. Chem. Ed. 55, 3, 165-170, 1978.
- 70- HOLTON, Gerald. On the role of themata in scientific thought science, 188, 328-334, 1975.
- 71- _____. A imaginação científica. Trad. Waltensir Dutra. Rio de Janeiro, Zahar Ed., 1979.
- 72- HUHEEY, James E. Inorganic chemistry principles of structure and reactivity, New York, Harper & Row, 1972.

- 73- INFORME PADCT - Boletim do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico. CNPq - Brasília, 01-04, 1983-1984.
- 74- INTERNATIONAL Union of Pure and Applied Chemistry - Committee on Teaching of Chemistry - Chemical Education on the Seventies Edited by A. Kornhauser, C.N.R. Rao, D.J. Waddington. North Yorkshire, 1980.
- 75- INTERNATIONAL Union of Pure and Applied Chemistry - (IUPAC) - Programme de la Septieme Conference Internationale sur l'education en chimie - KEMPA, Montpellier, 1983.
- 76- JACQUES, Jean. Les confessions d'un chimiste ordinaire. Paris, Ed. du Seuil, 1981.
- 77- JORGENSEN, Christian K. The third revolution in "Ligand Field" Theory - The Ionization Energy of the Partly Filled Shell is Sometimes Larger than of the Ligand Orbitals, Chimia, 27, 4, 203-208, 1973.
- 78- KING, E.J. Qualitatives Analyses and Eletrolytic Solutions - New York, Harcourt, Brace & Wold Inc. 1959.

- 79- KOLTHOFF, Isaac M. & SANDELL, Ernest B. Textbook of quantitative inorganic analysis, 3rd ed., New York, Macmillan Co, 1967.
- 80- KUHN, Thomas S. A estrutura das revoluções científicas. Tradução brasileira, 2 ed., São Paulo, Editora Perspectiva, 1978.
- 81- LAGOWSKI, J.Y. Modern inorganic chemistry, New York, Marcel Dekker Inc., 1973.
- 82- LECOURT, Dominique. Pour une critique de l'epistemologie (Bachelard). 3^e ed. Paris, François Maspero, 1971.
- 83- _____. Bachelard le jour et la nuit (un essai du materialisme dialectique). Paris, Bernard Grasset, 1974.
- 84- _____. L'epistemologie historique de Gaston Bachelard. 5^{eme} ed., Paris, Vrin, 1978.
- 85- _____. L'ordre et les jeux le positivisme logique en question. Paris, Bernard Grasset, 1981.
- 86- LEE, John D. Princípios de química inorgânica. Trad. São Paulo, Ed.Buchler, 1973.

- 87- LEYDESDORFF, Loet. Los sindicatos y la investigacion científica-política. Ensenanza superior e investigacion científica em Holanda, 24, 13/4, 1980.
- 88- LIMA, Lauro O. A escola secundária moderna. 9^a ed., Petrópolis, Vozes, 1971.
- 89- LIMA, Naidés C.S.A., ESPIRIDÃO, Yvone M. Química dos experimentos as teorias, São Paulo, Companhia Editora Nacional, 2v. - 1977.
- 90- LIPPINCOTT, W.T. Retrospects and prospects in chemical education. J. Chem. Ed., 57, 1, 4-9, 1980.
- 91- MAHAN, Bruce. University Chemistry. - Palo Alto. Addison Wesley Publishing Co., 1965.
- 92- MARCONI, Marina A. & LAKATOS, Eva M. Técnicas de Pesquisa. São Paulo, Ed. Atlas, 1982.
- 93- MARGOLIN, Jean-Claude. Bachelard, Paris, Seuil, 1974.
- 94- MASTERTON, William L. & SLOWINSKI, Emil J. Química Geral superior. Trad. Domingos Cachinevio Dias Neto e Antonio Fernandes Rodrigues. 4^a ed., Rio de Janeiro, Interamericana, 1978.

- 95- MATHIAS, Simão. Cem anos de química no Brasil. IN:
Suplemento do Centenário - São Paulo - O Estado de
São Paulo em 8/2/1975, nº 6, p. 1-6-.
- 96- McARTHUR, Roberto P. & SMITH, Wayne L. Ethics in sci-
ence: recombinant problems. J. Chem. Ed. 59, 10,
839-841, 1982.
- 97- MERTON, Robert K. Thematic analysis in science notes
on Holton's concept science, 188, 335-338.
- 98- METER, F.M. van and EBEHARDT, W.H. Textbook errors
index - numbers 1-72, J. Chem. Ed., 44, 6, 356-361,
1967.
- 99- MOORE, Walter J. Físico-química. Trad. da 4 ed. ame-
ricana. Helena Li Chun (e outros). Supervisão Ivo
Jordan. São Paulo. Edgard Blicher, Ed. Universidade
de São Paulo, 1976.
- 100- MILAKOFSKY, Louis & PATTERSON, Henry. Chemical edu-
cation and Piaget. J. Chem. Ed., 56, 2, 87-90,
1979.
- 101- MORIN, Edgar. Science avec conscience. Paris, Fayard,
1982.

- 102- MORISSON, R. & BOYD, R. Química organica. 6^a ed.
Trad. M. Alves da Silva. Lisboa, Fundação Calous-
te Gulbekian, 1978.
- 103- MORS, Walter B. Carta da ABQ. Revista Brasileira
de Química, 102-104, 1980.
- 104- MOUNIN, Georges. Une semiologie du systeme des
signes de la chimie. Diogène, 114, 92-104, 1981.
- 105 - NASH, Leonard K. The atomic - molecular theory. Ed.
James Bryant Conant - Cambridge - Harward Uni-
versity Press, 1950 - case 4.
- 106- NELSON, Lois N. O ensino como investigação e desco-
berta. IN: O ensino. Textos escolhidos. Trad.
Joshual de Bragança Soares. São Paulo. Saraiva,
1980, parte 12, 197-211.
- 107- NOVACK, Joseph. Application of advances in learning
theory and philosophy of science to the improvement
of chemistry. J. Chem. Ed. 61, 7, 607-612, 1984.
- 108 - NUSSENZVEIG, Moyses. Para que serve a pesquisa bá-
sica? Ciência-Hoje I 4, 56-61, 1983.
- 109- _____. O PADCT e a sobrevivência da pesquisa.
Ciência Hoje, 3, 13, 97-102, 1984.

- 110- OHLWEILER, Otto A. Química analítica quantitativa.
4 vs. 2^a ed., Rio de Janeiro, Livros Técnicos Científicos Editora S.A. - 1976.
- 111- OLIVEIRA, Francisco & BORGES, Wanderley J. Notas intertempestivas sobre a questão da Universidade - in Universidade e Desenvolvimento - Simpósio Universidade Federal de Paraíba - João Pessoa - UFPB - 1979.
- 112- PAOLONI, Leonello. Towards a culture-based approach to chemical education in secondary schools: the role of chemical formula in the teaching of chemistry. Eur. J. Sci. Educ. 1, 4, 365-377, 1979.
- 113- _____. Química e mecânica quântica: relação entre a estrutura lógica da química e a realidade molecular Química Nova, 3, 4, 164-171, 1980.
- 114- _____. Chemistry as Part of Culture: a challenge to chemical education. Eur. J. Sci. Educ., 3, 2, 139-144, 1981.
- 115- _____. La vicenda storica dell'impatto tra chimica classica e meccanica quantistica (1930-1950) Ciencia e cultura, 33, 6, 809-820, 1981.

- 116- PIAGET, Jean. Introduction a l'epistemologie gen-
tique - Tome II - La Pensée Physique, Paris, Pres-
ses Universitaire de France, 1950.
- 117- _____. A equilibração das estruturas cogniti-
vas - Trad. Marcon Merlone dos Santos Pereira -
Rio de Janeiro, Zahar, 1976.
- 118- PIMENTEL, George C. & SPRATLEY, Richard D. Química
um tratamento moderno Vol. I e II. Supervisão Er-
nesto Grisbrecht. Trad. Henrique E. Toma et alii.
São Paulo. Ed. Edgard Bleicher, 1978. 3^a reinpres-
são.
- 119- POWERS, Jack W. & BLACK, David G. Jr. Research as
a Vital Element in the undergraduate college.
J. Chem. Ed. 54, 9, 565- , 1977.
- 120- QUAGLIANO, J.V. & VALLARINO, L.M. Química. Trad.
Aída Espinola. 3^a ed., Rio de Janeiro, Guanabara
Dois, 1979.
- 121- QUILLET, Pierre. Bachelard, 4^{eme} ed., Paris, Edi-
tions Seghers, 1964.
- 122- QUÍMICA NOVA - São Paulo - Sociedade Brasileira de
Química, 1977-1984.

- 123- RICHARDSON, Verlin & RENNER, John W. A study of the inquiry-discovery method of laboratory instruction. J. Chem. Ed. 47, 1, 77-79, 1970.
- 124- RIP, Arie & BOEKER, Egbert. Scientists and social responsibility in the netherlands. Social Studies of Science 5., 457-84, 1975.
- 125- _____. The social context of 'science technology and society courses. Studies in Higher Education, 4, 1, 227-238, 1979.
- 126- ROMÉY, William D. Inquiry techniques for teaching science, New Jersey, Prentice Hall, 1968.
- 127- SAVIANI, Dinerval. Ensino público e algumas falas sobre Universidade. São Paulo. Cortez Editora Autores Associados, 1984.
- 128- SCHAFER, Karl Herman & SCHALLER, Klaus. Ciência educadora crítica e didática comunicativa. Tradução Margit Martincic. Rio de Janeiro. Ed. Tempo Brasileiro, 1982.
- 129- SCHAEFER, Gerhard - Concept formation in biology. The concept growth. Eur. J. Sci. Educ., 1, 1, 87-101, 1979.

- 130- SCHAFFRATH, Robert E. Provocative opinion is "why" more important than "what"? J. Chem. Ed. 60, 9, 728-729, 1983.
- 131- SCHMIED-KOWARZIK, Wolfdietrich. Pedagogia dialética de Aristóteles a Paulo Freire. Trad. Wolfgang Les Mar. São Paulo, Brasiliense, 1983.
- 132- SCHWARTZ, A Truman. The history of chemistry. J. Chem. Ed. 54, 8, 467-468, 1977.
- 133- SCHWARTZMAN, Simon. Ciencia, Universidade e Ideologia. A política do conhecimento. Rio de Janeiro, Zahar, 1981.
- 134- SELVARATNAM, M. & FRAZER, M.J. Problem Solving in Chemistry, Londres, Hernimann Educational Books, 1982.
- 135- SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA - Estatutos da Sociedade Brasileira de Química.
- 136- SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA - A formação do geólogo nas universidades brasileiras um retrato de duas décadas - Brasília, MEC/SESU, 1981.
- 137- SOLOMONS, T.W.G. Organic chemistry. 2nd. ed., New York, John Wiley & Sons Inc., 1980.

- 138- SUCHMAN, J. Richard. Investigação e educação. IN:
O ensino - Textos escolhidos por Nelson, Louis,
N. Trad. Joshual de Bragança Soares. São Paulo.
Saraiva, 1980, parte 15, p. 231-247.
- 139- SUPLEMENTO DE CIÊNCIA E CULTURA - Resumos da 35^a
Reunião Anual. Sociedade Brasileira para o Progres-
so da Ciência - São Paulo - Vol. 34 nº 7, Julho
1982.
- 140- SUPLEMENTO DE CIÊNCIA E CULTURA - Resumos - 34a. Reu-
nião Anual. Sociedade Brasileira para o Progresso
da Ciência. São Paulo - vol. 35, nº 7, julho 1983.
- 141- SUPLEMENTO DE CIÊNCIA E CULTURA - Resumos da 36^a Reu-
nião Anual. Sociedade Brasileira para o Progresso
da Ciência, São Paulo, vol. 36, nº 7, julho, 1984.
- 142- THIOLLENT, Michel. Aspectos sociais da didática uni-
versitária Educação e Sociedade, 4, 123-136, 1979.
- 143- _____. Critica metodológica, investigação so-
cial e enquete operária. São Paulo. Editora Polis,
1980.
- 144- UNESCO - New trends in chemistry teaching - vol. I -
(1964-1965) Edited by E. Cartmell. Bruges, 1967.

- 145- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - Resolução nº 366 de 12 de julho de 1976 - sobre avaliação pelos Departamentos da produção científica ou técnica dos docentes da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 16 de julho de 1976.
- 146- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - Seminário da Universidade e o desenvolvimento regional. Fortaleza, Edições da UFC, 1980.
- 147- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - Resolução nº 84/CEPE 07 abril 1983 - Progressão Vertical dos docentes de referência 4 da classe de Professor Assistente para referência 1 de classe de Professor Adjunto - Fortaleza, 08 abril 1983.
- 148- UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - Resolução 11/82 - Avaliação de Desempenho para Efeito de Progressão vertical da classe de Professor Assistente à classe de Professor Adjunto - Belo Horizonte - dezembro 1982.
- 149- UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - Conselho Superior de Ensino Pesquisa e Extensão - Sistema de Avaliação de Magistério Superior para Efeito de Progressão Funcional Vertical Resolução nº 70/82 - João Pessoa, 1982.

- 150- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - COMISSÃO PERMANENTE DE PESSOAL DOCENTE (CPPD)- Primeira Progressão Vertical prevista no Decreto nº 85. 487/80. Rio de Janeiro. Boletim 34, 44, 1982.
- 151- VALLA, Victor V. & SILVA, Luiz W. Ciência e Tecnologia no Brasil história e ideologia - 1949-1976. Brasília, CNPq - 1981.
- 152- VAITSMAN, Delmo S. & BITTENCOURT, Olymar A. & PINTO, Amaury A. Análise química qualitativa. Rio de Janeiro, Campus, 1981.
- 153- VIDAL, Florence. Problems solving. Metodologia Geral da Criatividade. Trad. - Agnes Cretella, São Paulo, Bestseller, 1973.
- 154- VIEIRA, Sofia L. O discurso da reforma universitária. Fortaleza. Edições Universidade Federal do Ceará, 1982.
- 155- VOGEL, Arthur I. Química Analítica quantitativa. Buenos Aires, Ed. Kapelarz, 1960, Vol. I e II.
- 156- VOISIN, Marcel. Bachelard. Essai Suivi de textes choisis. Bruxelles, Ed. Labor, 1967.

- 157- WALTERS, Fred H. Provocative opinion - descriptive inorganic chemistry - Who, what, when, where and how - J. Chem. Ed.
- 158- WEINBERG, Alvin M. Scientific Teams and Scientific Laboratories. Daedalus. 99, 4, 1056-1075, 1970.
- 159- WOOLLEY, R.G. Must a molecule have a shape? J. Am. Chem. Soc. 100, 4, 1073-1078, 1978.
- 160- WULFSBERG, Gary. A Piaget learning-cycle laboratory approach to teaching descriptive inorganic chemistry. J. Chem. Ed. 60, 9, 725-727, 1983.
- 161- YOUNG, Say A. Practice in thinking a laboratory course in introductory chemistry 5th ed. Englewood cliffs. Prentice Hall Inc. 1962.

NOTAS

¹Essa influência da classe social nos livros científicos do séc. XIX, está indicada por Bachelard num parágrafo da pág. 26 do livro "La Formation de l'Esprit Scientifique". O autor alude a trecho em que a astronomia era tratada de maneira jocosa ao agrado do mau gosto cultural das côrtes da época.

²Fala-se aqui da lei que positivou a indissociabilidade entre ensino e pesquisa como funções do magistério.

³Usa-se senso comum no sentido gramsciano: - pensamento ou conhecimento oriundo de fontes misturadas, eivado de preconceitos, credices, ideologia e tradição. Quando depurado por uma reflexão crítica, filosófica, política ou científica, passa a ser chamado por Gramsci de bom senso. Na analogia usada seria o equivalente ao conhecimento pedagógica ao nível do leigo e do especialista.

⁴O sistema de notação, nomenclatura e representação de uma ciência para grande parte dos pensadores é expresso por um código particular. Daí a expressão codificado.

⁵Usa-se a palavra "realista" no sentido bachelardiano. Com relação à proposta de Kekulé, transformada em método, a descri-

ção do benzeno a esse nível do conhecimento, seria a de um anel com distâncias interatômicas diferentes.

⁶Na citação Bachelard transcreve o valor de 39 ca. Sabe-se contudo que o correto seria 39 kca. Houve lapso de unidade.

⁷Fala-se aqui da rapidez relativa do progresso da teoria. De fato, entre as teorias atômicas e moleculares do séc. XIX até a de Heitler-London em 1927, decorreram várias décadas. Em número muito menor de anos surgiram inúmeras teorias mais recente a partir desse marco.

⁸A proporção direta ou inversa é um fato aritmético.

⁹Esse dado é o oficial a partir do C.F.E. Na verdade o doutorado da USP surgiu oficiosamente em 1938 (Vide Simão Matias - Química Nova - 7,4, 195, 1985).

ANEXO 1

Questionário sobre Pesquisa e Ensino.

Prezado Colega

O presente questionário tem por finalidade recolher subsídios para uma análise da interação PESQUISA x ENSINO na Universidade brasileira.

Contamos com sua valiosa colaboração.

Assinale por favor com um x a afirmação ou item que quiser confirmar.

Cerque o x com um círculo ou parentesis ou (x) nas tarefas ou atividades que absorverem mais tempo.

Após respondidos todos os itens pode acrescentar novos.

Só preencher se quiser

Nome

Endereço

Preencha, por favor

Universidade

função, ou nível universitário

grau acadêmico

área de ensino da química

Pesquisa e Ensino

sim não atividades conflitantes

sim não a pesquisa enriquece o ensino

sim não o ensino torna realista a pesquisa

sim não deviam estar separadas, em funções diferentes

Outras observações ou comentários.

P E S Q U I S A

sempre às nunca
vezes

I Programação

1. Discussão de projeto de pesquisa
2. Escolha do assunto ou tema
 - 2.1.Continuação de tema da Pós-Graduação
 - 2.2.Assunto de importância científico de vanguarda
 - 2.3.Assunto compatível com a infra-estrutura instrumental
 - 2.4.Tema tradicional no grupo de trabalho
 - 2.5.Tema com suporte de colaboração estrangeira
 - 2.6.Tema novo ligado às necessidades brasileiras
 - 2.7.Tema financiável por agências brasileiras
 - 2.8.Tema que possibilite formação de pessoal da PG e de baixo nível de custo
 - 2.9.Tema de importância secundárias mas facilmente financiável
 - 2.10.ou

II Elaboração do projeto

- 1.1.em grupo
- 1.2.individualmente
2. Posicionamento
 - 2.1.Controle bibliográfico para garantia de originalidade

sempre às nunca
vezes

[illegible]

VII Administração da pesquisa

1. Pedidos de auxílio
 - 1.1. Contacto com fornecedores
 - 1.2. Pedidos de faturas
 - 1.3. Aquisição de catálogo
 - 1.4. Relatórios
 - 1.5. Prestação de contas
 - 1.6. Correspondência com órgãos financiadores
2. Planos de pesquisa
3. Relatórios de pesquisa
4. Convênios
5. Aquisição de material
 - 5.1. Coleta de preços
 - 5.2. Procura de fornecedores
 - 5.3. Compra
 - 5.4. Prestação de contas

VIII Registros e publicações

1. Anotações em diários de laboratório
2. Redação de artigos
3. Revisão de artigos
4. Versão para língua estrangeira

IX Atividades tarefas (individual)

- ## 1. Pesagem

sempre às nunca
vezes

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

- 2. Medidas instrumentais
- 3. Preparo de soluções
- 4. Purificação de reagentes
- 5. Sínteses
- 6. Interpretação de gráficos
- 7. Consulta a tabelas
- 8. Cálculos
- 9. Lavagem de vidraria
- 10. Programação para computador
- 11. Plotagem de dados
- 12. Outros

sempre às nunca
vezes

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

- 41.9. Pesquisa sobre ensino de química
42. Faço auto-crítica de minhas aulas
43. Solicito crítica das aulas:
- 43.1. Aos colegas
- 43.2. Aos alunos
44. Faço avaliações estatísticas do rendimento do ensino
45. Dou nota fazendo correção dos valores pela média do aproveitamento
46. Se mais de 30% dos alunos teem abaixo de quatro vou verificar porque e onde estou falhando
47. Faço testes de sondagens para conhecimento prêvio das turmas
48. Tenho uma corrente própria de linha didática (ou adota a -----)

Dissertação apresentada aos Senhores:

Nome dos

Componentes da

Banca Examinadora

Elisabete Xavier de Almeida
Ricardo Ferreira
[Assinatura]

Visto e permitida a impressão

Rio de Janeiro, 14/02/1985

[Assinatura]
Coordenador Geral de Ensino

[Assinatura]
Coordenadora Geral de Pesquisa