

# Formação da mentalidade científica

MÁRIO SCHENBERG

**É** sempre um prazer encontrar-me com pessoas que trabalham em Astrofísica. Sempre que posso, compareço ao Congresso Internacional de Astrofísica Relativista, nos Estados Unidos. Participei, por duas vezes, desse tipo de Congresso.

Desde a década de 40 não me tenho ocupado diretamente com questões de Astronomia e de Astrofísica. Naquela época, estive nos Estados Unidos e fui convidado a trabalhar na Universidade de Chicago. Tempos depois, pensei em regressar àquele país, mas, como ingressara num concurso de mecânica, que demorou vários anos para ser realizado, não pude mais voltar. Durante esse tempo, interessei-me por outros problemas, não me ocupando diretamente da Astronomia e da Astrofísica. Voltei meu interesse para alguns ramos da Física, como, por exemplo, a Teoria da Relatividade Geral, que, na verdade, se liga àquelas ciências.

No momento, estou particularmente interessado nesta iniciativa do Grupo de Memória Astronômica, uma vez que é muito importante desenvolver, no Brasil, estudos sobre a História da Ciência, a Filosofia da Ciência e as relações entre Ciência e Tecnologia. Todos esses problemas precisam ser muito discutidos e bem compreendidos, pois sua importância não se limita a uma área exclusivamente científica: são de importância fundamental para a vida nacional.

No Brasil, ainda não há nenhuma compreensão correta do processo tecnológico, que, aliás, não é tão simples quanto parece. É preciso que se tenha uma boa base científica para se compreender o espírito desse processo tecnológico. Todo o desenvolvimento econômico brasileiro está sofrendo muito devido a uma série de perspectivas erradas que têm sido adotadas em relação à tecnologia e, em particular, ao problema da energia. Quase todas as medidas adotadas aqui no Brasil em relação ao problema energético foram erradas. Os próprios tecnólogos, que têm uma visão muito limitada do setor, não puderam entender globalmente o problema.

Tomemos, como exemplo, a questão da programação energética

brasileira na década de 70. A perspectiva dos tecnólogos que orientavam o governo era de que iria faltar energia hidroelétrica na região Centro-Sul. Essa idéia, é verdade, já havia sido lançada antes, no tempo do presidente Juscelino Kubitschek. Naquela época, já se levantava a hipótese de que a única saída para o problema seria um programa nuclear. Diz-se que o próprio presidente Juscelino teve a idéia de instalar três reatores nucleares, exatamente para que não faltasse energia elétrica em São Paulo. As primeiras estimativas demonstravam que iria faltar energia elétrica nesse Estado já em 1975. E foi este o grande argumento para que o Brasil iniciasse o programa nuclear.

Em 1975, o ministro Shigeaki Ueki chegou a declarar, pela televisão, que em 1980, em São Paulo haveria uma catástrofe total. A cidade ficaria no escuro, os prédios, sem elevadores, as fábricas, fechadas e os operários, desempregados. Tudo por falta de energia elétrica. Os fatos demonstraram exatamente o contrário.

Em 1981, pela primeira vez, houve um grande excesso de produção de energia elétrica em São Paulo. A CESP chegou a deixar as comportas abertas porque não conseguia vender toda a energia elétrica que podia produzir. E com a construção de Itaipu, a situação se agravou mais ainda. A CESP se viu ameaçada de ir à falência, pois tem um contrato com Itaipu para vender a metade de energia elétrica desta Companhia. Porém, se a CESP já não tem como alocar a energia elétrica que produz, muito menos conseguiria vender esta metade que receberia de Itaipu.

Assim, quando estava bastante generalizado o receio de que, em futuro próximo, faltasse energia hidroelétrica em São Paulo, nem se cogitava na possibilidade contrária de haver excesso de energia hidroelétrica. Acresce que também não se levava em conta o aproveitamento de energia da Bacia Amazônica, fato que está criando um problema muito sério, uma vez que torna desnecessária a utilização da energia nuclear. De novo, tendo-se isto em conta, vê-se que as medidas foram tomadas de maneira absurda. O governo se vê, agora, obrigado a fazer uma revisão completa do problema nuclear.

Inicialmente, o governo tinha previsto a instalação de cerca de 52 reatores nucleares até o ano 2000. Agora, as previsões foram modificadas e serão instalados apenas os reatores do programa do acordo nuclear com a Alemanha, que foram reduzidos de 52 para 8. Uma redução substancial!

*Angra I*, quando começou a produzir energia nuclear, não podia aproveitar toda a sua capacidade de produção, porque estava com excesso de energia elétrica. Não por deficiência, como inicialmente tentaram

provar, mas por não se saber o que fazer com toda a energia do reator, uma vez que já não havia mercado nem mesmo para a energia hidroelétrica produzida por Furnas.

Quanto ao petróleo, foi realmente inacreditável o que aconteceu. Por volta de 1968, a PETROBRÁS chegou à conclusão de que não valia a pena explorar petróleo no Brasil. Aparentemente, havia uma certa lógica nessa conclusão. Naquela época, a maior parte dos poços de petróleo submarinos existentes no Brasil só se tornariam rentáveis se o preço do barril subisse acima de 8 dólares. Aliás, esse mesmo problema de rentabilidade ocorreu com o petróleo do Mar do Norte. Somente após a alta do petróleo é que as companhias petrolíferas intensificaram as explorações. Com a alta do petróleo a partir de 1973, a PETROBRÁS deveria ter mudado sua estratégia, mas manteve a posição que havia tomado por volta de 1968. Apesar dos informes sobre a possibilidade de alta rentabilidade do petróleo da Bacia de Campos, nada foi feito para produzir petróleo no País. Prevaleceu a idéia de se explorar petróleo no Iraque, quando esse mesmo petróleo poderia ser produzido aqui.

O Pró-álcool, por outro lado, teve suas atividades muito dificultadas por um grupo da PETROBRÁS, politicamente muito influente, que era o grupo do então presidente da República, o general Ernesto Geisel, e do ministro Shigeaki Ueki. À PETROBRÁS não interessava a implementação do Pró-álcool. Por ser a favor do Pró-álcool e por fazer exigências para o desenvolvimento da produção de álcool, o ministro Severo Gomes acabou sendo afastado de seu cargo.

## *Mário Schenberg*

O professor Mário Schenberg, cientista de renome internacional, falecido em 10 de novembro de 1990, aos 76 anos de idade, foi professor catedrático de Mecânica Racional, Celeste e Superior do Departamento de Física da antiga Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Aposentado por força do Ato Institucional nº 5, em 1969, retornou, com a anistia, à Universidade como professor colaborador, de acordo com o seu desejo, e na qualidade de professor emérito do atual Instituto de Física da USP. Na ocasião preferiu não ser enquadrado como professor titular, procurando preservar sua liberdade de ensino e pesquisa.

Nasceu em Recife, a 2 de julho de 1914. Na USP, diplomou-se em 1935 pela Escola Politécnica, e em 1936 bacharelou-se em Matemática na 1ª turma da FFCL. Em 1937 foi nomeado assistente da cadeira de Física Teórica, e em 1944 fez concurso para a cadeira de Mecânica Racional, Celeste e Superior da FFCL.

Considerado um dos maiores físicos teóricos da atualidade, escreveu inúmeros trabalhos em Física Teórica, Astrofísica, Mecânica Estatística, Mecânica Quântica, Relatividade, Teoria

Chega-se à conclusão de que toda a programação tecnológica no Brasil é completamente caótica. Cometeram-se erros incríveis. Eram feitas estimativas ridículas em relação ao potencial hidroelétrico do Brasil de hoje. Dava-se como potencial hidroelétrico brasileiro o que já se havia medido. Alguns poucos minutos de raciocínio lógico bastariam para que se dimensionasse precisamente o potencial hidroelétrico brasileiro. Era só comparar, por exemplo, o Brasil com outros grandes países. Dois deles seriam excelentes bases para esta comparação: os Estados Unidos e a União Soviética. A China também poderia servir de parâmetro. Assim, seria fácil deduzir que a produção de energia hidroelétrica brasileira não poderia, em hipótese alguma, ser inferior à dos Estados Unidos. Primeiro, porque a área do Brasil é um pouco maior e, segundo, porque a precipitação pluvial brasileira é muito mais elevada do que a dos Estados Unidos, que têm muitas regiões desérticas. No Brasil, não existe nenhum deserto, propriamente. O Nordeste brasileiro não é um deserto. Apresenta, sim, uma precipitação irregular. Poder-se-ia, então, calcular que o potencial hidroelétrico brasileiro fosse, no mínimo, igual ao norte-americano. Se comparássemos com a União Soviética, apesar de este país ter um território três vezes maior do que o Brasil, o limite da estimativa seria da ordem de 800 milhões de quilowatts, limite este muito mais elevado do que os 100 milhões que insistiam ser o máximo do nosso potencial.

O governo, então, ia tomando novas medidas, e, paulatinamente, subia a cifra que apresentava para o potencial hidroelétrico brasileiro. Mas essas cifras representavam, como disse, apenas o potencial medido e não o potencial total. Não se sabe ainda ao certo quanta energia hidroelétrica o Brasil pode obter dos rios médios, energia esta que, diga-se de passagem, permite a instalação de um quilowatt a preço muito inferior ao do quilowatt de grandes usinas, como Itaipu. E se já há diferença de preço das pequenas para as grandes usinas, o que dizer do custo da energia nuclear, que pode ser até 4 ou 5 vezes mais alto do que o custo da energia gerada por uma pequena queda d'água? Em São Paulo, descobriram-se reservas de energia hidroelétrica que gerariam o quilowatt a 1/4 do custo do quilowatt nuclear.

Todos esses problemas foram causados por insensatez, por erros que não se consegue explicar, como essas estimativas erradas de nosso potencial hidroelétrico brasileiro. O mesmo ocorreu em relação ao petróleo. Neste caso, pode-se até tentar uma explicação: naquela época, o petróleo árabe custava 3 dólares o barril. É possível que as reservas de petróleo no Brasil não permitissem a competição com aqueles preços. Contudo, o preço do barril de petróleo passou a custar 18 dólares, ultrapassando, logo após, os 30 dólares. O panorama se modificou total-

mente. Só agora, porém, é que se começou a explorar mais o petróleo na Bacia de Campos.

Não sei se esta é a melhor solução tecnológica. Em geral, a nossa tendência é para a utilização de uma tecnologia complicada e cara. Em Itaipu, o quilowatt custa mais caro porque a usina é grande e complicada. Nos Estados Unidos, por exemplo, 40% do petróleo que se produz são derivados ainda hoje de poços de pequena profundidade. Naturalmente, esses poços são muito numerosos. No Brasil, sabia-se da existência de lugares onde existem poços de pequena profundidade, mas só havia interesse pela perfuração de lugares de média profundidade ou de bacias submarinas.

Em nosso país, há uma considerável incompreensão da relação entre tecnologia e economia. Qualquer pessoa de inteligência mediana a quem se permitisse fazer uma estimativa do potencial hidroelétrico brasileiro poderia, dispondo de alguns dados facilmente acessíveis, ter uma idéia de qual é a ordem de grandeza desse potencial. Mas nossos técnicos da ELETROBRÁS não foram capazes disso. As estimativas que apresentam são ridículas, se comparadas à realidade.

Um fato curioso é que a primeira cifra mais realista sobre esse potencial foi publicada por Maurício Schemann, após ter sido demitido da ELETROBRÁS. Nesta ocasião, ele publicou uma estimativa de que o potencial hidroelétrico brasileiro deveria estar por volta de 700 milhões de quilowatts. Mas mesmo esta estimativa pode ser considerada baixa, se comparada diretamente com a realidade da União Soviética ou da China. Isto é

Quântica do Campo, Fundamentos da Física, além de muitos trabalhos em Matemática, principalmente sobre as álgebras da Teoria Quântica. Em 1938 foi para a Universidade de Roma, onde trabalhou com o professor Enrico Fermi (Prêmio Nobel de Física de 1938). A seguir, no mesmo ano, transferiu-se para Zurique, onde trabalhou com o professor W. Pauli (Prêmio Nobel de Física de 1945) e, com a aproximação da guerra, em 1939, foi para Paris, onde trabalhou com o professor F. Joliot-Curié (Prêmio Nobel de Química de 1935) e com o professor Perrin. Em 1940, com uma bolsa da Fundação Guggenheim, foi para Washington, onde trabalhou em Astrofísica com o professor George Gamow. Em 1941, foi membro do "Institute for Advanced Studies" de Princeton e, logo a seguir, trabalhou em Astrofísica com o professor S. Chandrasekhar (Prêmio Nobel de Física de 1984), no Observatório de Yerkes. Em 1944, retornou ao Brasil para prestar concurso para a cadeira de Mecânica Racional, Celeste e Superior, permanecendo no País até 1948, quando partiu novamente para a Europa, ficando cinco anos em Bruxelas, realizando pesquisas em Mecânica Estatística e em Raios Cósmicos. Nesta ocasião também trabalhou com o professor Prigogine (Prêmio Nobel de Química de 1978).

suficiente para comprovar que o nosso potencial tem de ser, no mínimo, dessa ordem, graças não só ao tamanho do País, mas também ao fato de ele ser favorecido por precipitações pluviais muito intensas.

A planificação econômica nacional não tem uma boa estrutura em sua base. Houve tempo em que a estatística internacional mostrava que, quando um país começa a se industrializar, o consumo de energia elétrica cresce mais rapidamente que o Produto Nacional Bruto (PNB). Porém, vencida a etapa inicial, o consumo de energia elétrica cresce menos rapidamente que o PNB. Recentemente, verificou-se que o consumo de energia hidroelétrica podia até cair em relação àquele índice: é o que já está acontecendo no Brasil.

Esse fato não é novidade. Foi um dos motivos que desestimularam os norte-americanos do programa nuclear. Pensavam inicialmente que, por volta do ano 2000, iriam precisar da maior parte de energia produzida por reatores. Contudo, quando o consumo de energia elétrica começou a cair, começaram a se desinteressar pela instalação de novos reatores. Chegaram à conclusão de que podiam economizar muito da energia elétrica que estava sendo desperdiçada. Logicamente, na medida em que o custo da energia elétrica vai subindo, começa-se a economizar: não se gasta tanta energia elétrica e tão facilmente como antes.

Esses dados de economia não podem, porém, ser tomados de uma forma bruta, sem qualquer tentativa de verificação cuidadosa, como acontecia. Tornou-se uma espécie de *lei* da economia o fato de que o consumo de energia elétrica tem de crescer mais do que o PNB, ou tanto quanto ele. Alguns anos depois, as estatísticas demonstravam a inverdade dessa *lei*, desse *dogma*. É difícil entender como técnicos no assunto podem confundir o potencial elétrico medido com o potencial elétrico total do País.

Há alguns anos, a *Folha de S. Paulo* publicou um artigo que, por motivos óbvios, não era assinado. O autor, que se dizia um dos principais responsáveis pela ELETROBRÁS, afirmava que, na fase de planejamento do programa nuclear, havia uma confusão: os cálculos mostravam naquela ocasião — e isso é verdade — que a energia nuclear pode, em certas circunstâncias, competir em preço com a energia elétrica gerada a partir da queima do petróleo. É o caso da França, por exemplo. Cerca da metade de sua energia elétrica é produzida por reatores nucleares porque este processo sai mais barato para o país do que a produção de energia elétrica pela queima do petróleo.

O fato econômico era, então, este: a possibilidade de a energia

nuclear competir em preço com a energia elétrica gerada a partir da queima do petróleo. Certamente os técnicos da ELETROBRÁS confundiram energia hidroeétrica com energia termoelétrica, mais especificamente com termoelétrica de petróleo. Ou será difícil saber que outro tipo de raciocínio os poderia levar à conclusão de que a energia nuclear poderia competir com a energia hidroeétrica?

Acredito que o autor do artigo seja realmente ou tenha sido um dos principais dirigentes da ELETROBRÁS, como diz ser. O que importa, no momento, é que, por causa de erros como este, estamos enfrentando um programa nuclear gigantesco, que custa dezenas de bilhões de dólares.

Infelizmente, nossos governantes, principalmente os economistas, não demonstram sequer sinais de mentalidade científica. Albert Einstein, aliás, escreveu um ensaio brilhante sobre os economistas, cuja tradução para o português deve sair em breve. Nesse ensaio, ele diz que o grande erro dos economistas é o de pensarem que a Economia Política é uma Ciência como a Física ou a Astronomia. Segundo Einstein, os grandes problemas econômicos não são resolvidos pela Economia Política, e sim por decisões políticas. Por outro lado, estes problemas econômicos são gerados, também, por determinadas decisões políticas. Assim, na verdade, a Economia Política não é uma Ciência: as decisões são tomadas pelo governo, em determinadas ocasiões, sem previsões, a partir de uma série de elucubrações que, na realidade, não têm cunho científico. Trata-se de uma pseudociência: não possui nenhuma base em experiências realizadas e comprovadas.—

Mário Schenberg participou ativamente dos problemas político-econômicos brasileiros. Iniciou em São Paulo a campanha "O Petróleo é Nosso", lutou pela defesa dos nossos recursos em minerais atômicos e se envolveu na luta ecológica contra a instalação de centrais nucleares no País. Foi membro do Partido Comunista Brasileiro (PCB). Foi, também, um conceituado crítico de arte, participando ativamente da avaliação do movimento artístico em São Paulo, tendo escrito numerosos ensaios sobre o assunto. Defendeu com grande entusiasmo a idéia da criação de um Instituto de Estudos Avançados na USP, tendo participado ativamente dos estudos preliminares para a criação do mesmo na Associação dos Docentes da USP (ADUSP), em 1982. Depois da fundação do IEA, em 1986, já doente, Schenberg participou de conferências e debates realizados no mesmo.

O texto "A formação da mentalidade científica" transcreve a palestra feita por Mário Schenberg no dia 16 de maio de 1982, no Salão Nobre do Observatório Nacional. Ele não pode ser corrigido e atualizado.

\* *Alberto Luiz da Rocha Barros* é físico teórico e professor do Instituto de Física da USP. Foi assistente do professor Mário Schenberg na cátedra de Mecânica Racional, Celeste e Superior da FFCL-USP.

Foram estas equipes de economistas do governo — equipes ruins — que fizeram todos esses cálculos sobre a falta de energia hidroelétrica e sobre a necessidade da energia nuclear, passando-os, em seus depoimentos, para Delfim Neto — um dirigente, um economista cujos conhecimentos de Economia não estão em julgamento, mas cuja inteligência tem de ser colocada em dúvida, depois de todas essas realizações.

Em nosso país, toda a programação científica foi, em última análise, orientada dentro de tal esquema de desenvolvimento econômico. Organizações de planejamento científico, como o CNPq e a FINEP são, na realidade, subordinadas aos economistas ou pessoas a elas ligadas.

Por tudo isso, sempre me pergunto se no Brasil se está fazendo, realmente, algo de útil em matéria de pesquisa científica. Uma pesquisa não deve deixar de ser levada adiante pela simples razão de não ajudar diretamente a resolver determinados problemas. É necessário criar um certo clima intelectual no País: a realização de pesquisas científicas certamente vai mudar a maneira de pensar das pessoas. Será, então, possível desenvolver um pensamento muito mais objetivo, muito mais realista do que esse tipo de pensamento fantástico que reina na vida nacional, orientando a administração brasileira.

Comecei a me preocupar com esse problema ainda no tempo de Juscelino, que era meu amigo pessoal. Gostava dele e não lhe fazia oposição política, mas já começava a sentir no ar algo de insensato. Um dos fatos que mais me surpreenderam foi, por exemplo, a programação de Brasília.

Enaltecia-se Brasília. E a grande glória de Brasília estava no fato, na época considerado fabuloso, de ela ser a primeira cidade do mundo construída à escala do automóvel. Qualquer deslocamento mínimo em Brasília é da ordem de 5 km. Evidentemente, não se pode andar a pé.

Ora, em uma cidade que havia sido planejada para uma população de 500 mil habitantes, isto me pareceu muito estranho. Eu estava habituado com cidades desse tamanho porque, na Europa, tinha vivido em várias delas, como Zurique e Bruxelas, que, naquela época, tinham uma população de 500 mil habitantes. As distâncias raramente passavam de uns poucos quilômetros, e, por isto, sempre se ia a pé de um ponto qualquer da cidade até outro, o que, aliás, era extremamente benéfico para a saúde e para o bolso.

Aqui, aconteceu o contrário: quando se construiu uma cidade para 500 mil habitantes, imediatamente ela teve de ser feita à escala do automóvel. Não consegui de ninguém uma explicação para este fato. O

ideal era que Brasília fosse construída exatamente à escala do pedestre, e não do automóvel. Quando o petróleo começou a subir muito de preço, Brasília foi, naturalmente, uma das cidades mais atingidas do mundo.

Existe, no Brasil, uma irracionalidade básica. Por isso, a principal função dos estudos científicos aqui deve ser, exatamente, a de diminuir esta irracionalidade geral. O grande erro é apresentado como a grande realização. No caso de Brasília, o formidável era o fato de a cidade ter sido construída à escala do automóvel, fato que, na verdade, representa o seu calcanhar-de-aquiles, pois torna a cidade difícil e complicada para se viver. Talvez uma análise sociológica ou histórica possa dar a explicação para esses acontecimentos estranhos que aqui ocorreram.

Creio, contudo, que não é apenas nosso país que prima pela falta de realismo em suas realizações. Tenho a impressão de que a Argentina também tem esse defeito, talvez num ponto ainda mais exagerado. Buenos Aires, por exemplo, foi construída com o objetivo de ser uma segunda Paris, e não havia nenhum motivo razoável para se ter essa concepção.

A Argentina talvez tenha sido o país latino-americano que mais sofreu influência cultural de países europeus, e mesmo dos Estados Unidos: daí o espírito de imitação. Em vez de se procurar desenvolver a cultura nas universidades e nos institutos de pesquisa dentro de uma perspectiva nacional, procurava-se a imitação, que no mais das vezes não tem nenhuma relação com a realidade nacional e não desenvolve nos indivíduos um pensamento realista, mas sim um pensamento mágico, fantástico. O fantástico, nas artes, é muito bonito, mas certamente não é a melhor base para a Economia. Não pode trazer resultados positivos.

O desenvolvimento de um espírito científico brasileiro sadio é muito importante. Pode ser mesmo uma questão de sobrevivência. É preciso estimular o desenvolvimento de grupos de pessoas que sejam capazes de enfrentar realisticamente os problemas sem copiar o que se faz em outros países. Nem sempre a cópia é adaptável ao Brasil.

A indústria automobilística brasileira é um bom exemplo: não era muito difícil chegar racionalmente à conclusão de que ela não estava estruturada de modo a ter um futuro brilhante. Aliás, o único país do mundo onde a indústria automobilística possui um futuro brilhante é o Japão. O Japão interpretou os problemas desta indústria de um modo original, diferente do modo norte-americano, e caminhou em direção totalmente diversa. No Brasil chegou-se ao máximo em termos de défi-

cits: técnicos alemães chegam a afirmar que os prejuízos da indústria automobilística brasileira são maiores que os da alemã.

Vale lembrar que toda esta credibilidade dada à indústria automobilística resultou em sacrifício das ferrovias e do transporte marítimo. Informaram-me que, no Estado de São Paulo, há alguns anos, gastava-se, por ano, 5 bilhões de dólares com o automóvel. O governo, por sua vez, era obrigado, também, a gastar uma cifra da ordem de 2 ou mais bilhões de dólares por ano em grandes obras de engenharia que facilitassem o fluxo de veículos. No entanto, só muito recentemente, e depois de uma enorme resistência, é que se começou a pensar no metrô. São Paulo já deveria ter tido o metrô, que está sendo construído agora, desde 1912.

Volto a afirmar que em nosso país uma das necessidades mais prementes é o desenvolvimento de uma mentalidade científica, no sentido de criação de um pensamento realista. Não no sentido da criação de uma *science fiction*. Aliás, os Estados Unidos, pátria da *science fiction*, estão rapidamente entrando na berlinda da Economia.

São muito importantes iniciativas científicas como a que se apresenta aqui hoje: a de se fazer um Museu de Ciência. Um Museu de Ciência não deve ser como um Museu de Arte, por exemplo, muito embora um Museu de Arte tenha funções mais elevadas do que a que normalmente a ele se atribui, qual seja, a do indivíduo ver quadros bonitos. Pode-se aprender muito sobre a natureza humana, em um Museu de Arte, através das obras.

Um Museu de Ciência deve visar atividades educacionais muito amplas, o que não significa a necessidade de instalações gigantescas. Com o auxílio dos meios de difusão — programas de televisão, filmes, videocassetes, etc. —, pode-se contribuir muito para debates públicos, conferências, etc., fazendo penetrar na cultura a essência do pensamento científico, que é o que se chama de pensamento realista, sem falsas suposições.

Tomemos a reforma universitária, por exemplo. Será que a nossa universidade, depois da reforma universitária, tornou-se eficiente para desenvolver um pensamento brasileiro? Creio que muitos setores pioraram, setores que antes eram até razoáveis. Confundi-se, infelizmente, a pesquisa científica com a elaboração de teses. E, no entanto, não se exige de uma tese que ela realmente traga uma contribuição para a Ciência. A tese é um instrumento para se conseguir um título, especialmente o doutoramento.

Em 1938, na Europa, praticamente não havia esse sistema de doutoramento, que aliás inexistia, até hoje, na Itália e na França. Em nenhum lugar onde estudei ou trabalhei em pesquisa científica — atuei em alguns dos mais importantes centros científicos da Europa —, me foi exigido o diploma ou me foi perguntado se eu tinha tese de doutoramento.

Em Roma, quando quis trabalhar com Fermi, dirigi-me a seu assistente Fano, que prontamente se dispôs a falar com Fermi sobre minha aceitação. Ficou acordado que eu faria um seminário, que é uma espécie de trabalho próprio a partir do qual seria ou não aceito. Fermi não me pediu diploma algum. Em Zurique, ocorreu o mesmo, assim como em Paris. Fazia-se o seminário e, conforme o resultado, se era aceito ou não. Através do seminário era avaliado o nível científico do indivíduo.

A primeira vez que me perguntaram se eu era doutor foi em um instituto nos Estados Unidos (naquele tempo não havia esse título no Brasil), mas foi só para saberem se meu nome seria colocado no quadro como Dr. ou como Prof. Schenberg. Não fazia, realmente, muita diferença: era simplesmente uma questão de regulamento, de ordenação. Na Europa e na Rússia, instituições de grande responsabilidade científica eram entregues a pessoas competentes, que não possuíam títulos. Não se dava importância a título universitário naquele tempo. Quando, na Europa, resolveram construir um ciclotron, escolheram um norueguês, técnico em mecânica, que não era formado, mas era o mais competente.

No Brasil, a questão do doutoramento é uma das coisas mais terríveis que estão acontecendo. Fiquei contente de poder comprovar na última reunião da SBPC que o Professor Pavan, que é de uma área diferente da minha, tinha a mesma impressão. A maior parte das teses de doutoramento não são realmente objetivas. Quando me mandavam, na Europa, fazer um trabalho, com um seminário, era um trabalho objetivo, sem divagações, voltado para o esclarecimento de um determinado problema. Em Roma, Fermi me encarregou de fazer um estudo bastante concreto e objetivo: pesquisar a passagem dos raios cósmicos através da atmosfera e refazer um prolongamento das integrações das Equações de Schrödinger. Ainda não se sabia muito bem o que é que acontecia quando os raios cósmicos atravessavam a atmosfera. Quer dizer, os trabalhos sempre eram sobre problemas concretos. Tratava-se, realmente, de fazer Ciência.

Há uma diferença muito grande entre fazer tese e fazer Ciência. Nós fazíamos Ciência. Muitas vezes os trabalhos nem eram publicados. Fermi não era muito favorável à publicação de trabalhos. Achava que a

pessoa devia publicar muito pouco. Devia, sim, ter muitas idéias e guardá-las, escritas, em sua gaveta, e não publicá-las à toa. Devia publicá-las apenas quando fossem ajudar o desenvolvimento da Ciência.

Lembro-me, por exemplo, de um trabalho do Dirac, que havia passado despercebido. Quando procuraram generalizar a Equação de Dirac a partir de todos os valores possíveis dos níveis orbitais, perguntei a Fermi o que ele achava daquele trabalho. Disse-me que parecia muito interessante, mas não estava totalmente seguro se seria mesmo uma boa idéia. Realmente, agora, não parece que haja um interesse especial em se fazer um trabalho sobre equação dos movimentos para todos esses valores. Fermi achava que se devia nortear certos trabalhos para que pudessem realmente ajudar o desenvolvimento da Ciência. Enfim, os fatos eram encarados de maneira diferente. Hoje em dia, está-se perdendo o senso do que é fazer Ciência! Os trabalhos de tese são efetuados já se visando a publicação.

Comenta-se que as universidades americanas medem a produção científica do indivíduo na balança, pelo peso médio dos trabalhos publicados. E é este peso médio que dá o valor científico do mesmo. O que importa é fazer um grande número de trabalhos, mesmo que estes não apresentem nenhuma contribuição para a Ciência, para se ter um contrato renovado. E aqui repete-se mais ou menos o que se está fazendo lá, mudando uma vírgula ou outra. Não há uma mentalidade verdadeiramente científica.

Dizem que uma vez um jornalista inglês, entrevistando Landau, perguntou-lhe quantos bons físicos havia na União Soviética. Landau respondeu que devia haver uns três. O jornalista redargüiu que a situação da Física na União Soviética devia estar péssima, pois havia apenas três físicos bons. Prontamente, Landau respondeu que também na Inglaterra certamente não havia muito mais que três.

O Brasil se lançou no mundo da Ciência quando predominavam essas idéias. Por volta de 1949, W. Pauli me disse que não lia mais trabalhos de físicos brasileiros, pois nada havia que se aproveitasse. Há uma massa muito grande de publicações, mas as pessoas publicam mais para ter o nome citado por outrem. Há uma espécie de inflação do número de trabalhos e uma deflação de idéias científicas. É incrível o número de trabalhos que são publicados na área da Física. Mas, se formos verificar o número de idéias novas que surgiram nela, vamos constatar que são bem poucas.

Sobre Mecânica Estatística, por exemplo, não há nada de novo nos livros que são publicados atualmente. Esta "inflação" é, em grande parte,

exigida pelos cursos de doutoramento. Mas o fato de não haver uma produção de idéias novas é muito negativo em um país como o nosso, que não tem uma estrutura científica sólida. Outro país, de estrutura científica mais sólida, talvez pudesse suportar esse esquema de doutoramento.

O mais difícil, realmente, é a transmissão de um verdadeiro espírito de pesquisa científica. Difícilmente se adquire esse espírito através da leitura de livros, por exemplo. Não se consegue, simplesmente com leituras, descobrir quais os elementos realmente importantes e o que é realmente essencial. Enchemo-nos de conhecimentos que, na realidade, não têm grande importância.

A discussão dos problemas científicos brasileiros é extremamente importante. Esta discussão deve ser feita não só em círculos restritos, mas também em círculos mais amplos. O que acontece com o nosso sistema de doutoramento? Muitas evidências nos levam a crer que a capacidade criativa seja mais forte em um jovem do que em uma pessoa com mais de 30 anos. Quando o indivíduo chega aos 30 anos, entra numa faixa de criatividade menor do que a que tinha com 17, 18 ou 20 anos: é uma questão de genética. Porém, o indivíduo dificilmente faz o doutoramento com menos de 32 anos. E ainda perde anos em que teria maior criatividade com a tese. Anteciparam a idade do civismo, que antes era de 21 anos, porque se sabe que uma pessoa de 18 anos tem mais vitalidade que outro de 21. E aos 21 anos ele tem mais vitalidade do que terá aos 30, e assim por diante. O ideal é que a pessoa aproveite o tempo em que possui maior vitalidade para realizar suas criações mais importantes.

Newton, nos meses em que passou na fazenda da família, a durante a peste que assolava Cambridge, em 1665, teve a idéia do Cálculo Diferencial e Integral, da Teoria da Gravitação e da Óptica. E tinha apenas 24 anos de idade. Depois, foi desenvolvendo essas idéias pelo resto da vida. Às vezes, guardava algum plano sem publicá-lo, pois não havia obtido resultados eficazes em seus experimentos. Mas o essencial de suas idéias ele já tinha aos 24 anos de idade.

O caso de Einstein ainda é mais impressionante: teve a primeira idéia sobre a Teoria da Relatividade aos 15 anos de idade. Imaginou — o que era impossível naquela época — que um observador estivesse se movendo com a velocidade da luz. Pensou no que aconteceria com esse observador, em como ele veria uma onda eletromagnética. Se ele estivesse se movendo com a mesma velocidade da luz, veria a onda parada. Como se sabia que uma onda eletromagnética não pode ficar parada em relação a nenhum sistema de referência, em relação a nenhum observa-

dor, ele começou a ter dúvidas sobre a compatibilidade da eletrodinâmica com a concepção então existente de espaço e de tempo.

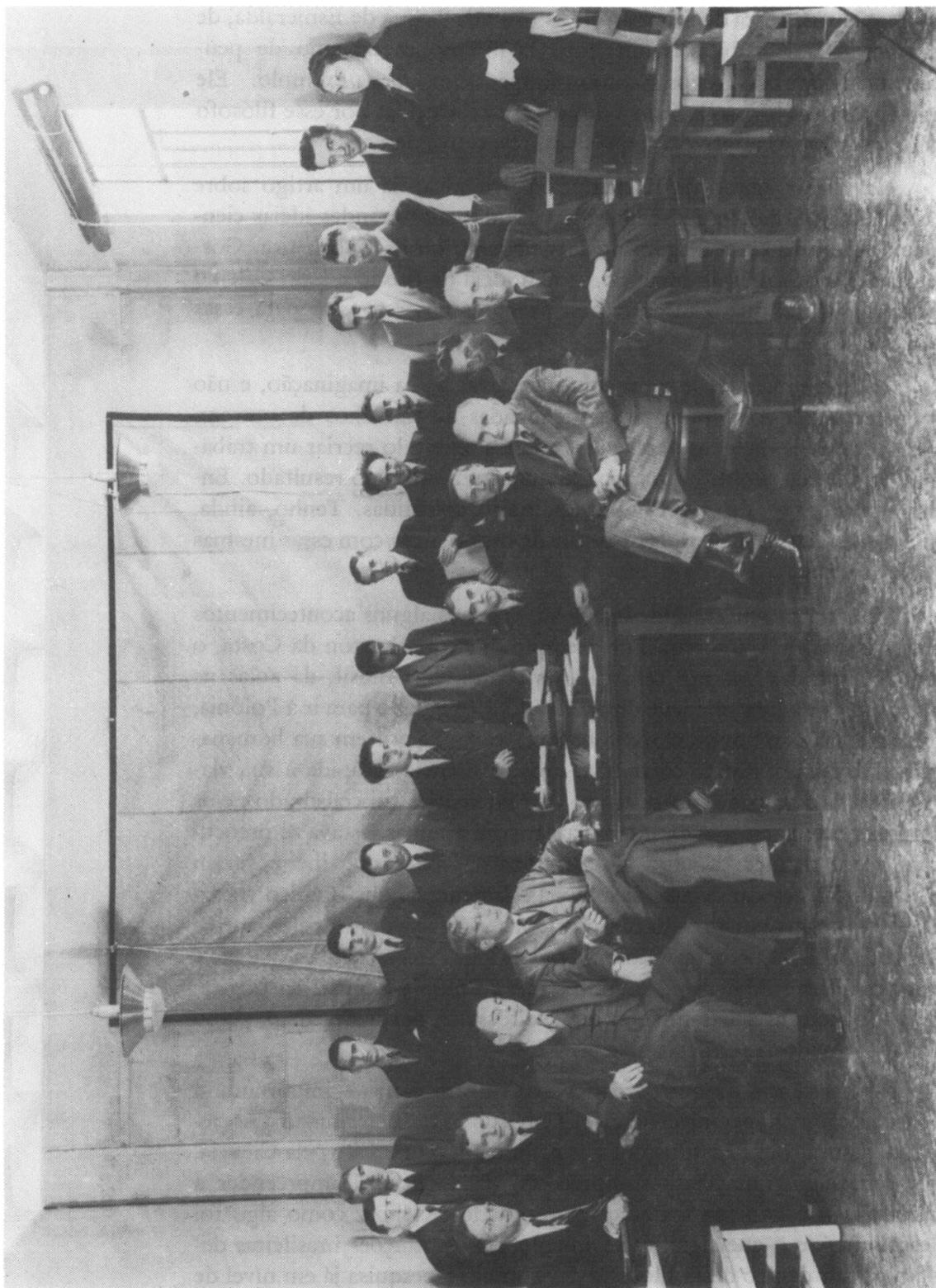
Com 15 anos de idade, ele já germinava essas idéias. Gauss foi outro que teve idéias importantes ainda extremamente jovem. O ideal, realmente, é aproveitar essa energia, essa criatividade maior dos jovens.

No Brasil se faz o contrário. Desperdiçam-se os melhores anos dos indivíduos para a pesquisa científica. Não se pode *preparar* uma pessoa para a pesquisa científica: só se aprende fazendo. Tem-se de fazer pesquisas científicas para aprender a fazê-las. Não se aprende e depois se aplica: ele aprende enquanto se faz. Eu só sei o que eu fiz. Do resto tenho apenas *informações*. Informação sempre é útil tê-las, sem dúvida, mas o importante mesmo é saber, é conhecer as coisas. E é, insisto, só fazendo que se vem a saber. Os grandes cientistas não são pessoas muito estudiosas e poucos são os que desenvolvem idéias alheias. Os grandes cientistas são altamente criativos, mas, às vezes, de uma ignorância impressionante.

O caso de Einstein é fenomenal. Einstein criou para si a Mecânica Estatística, mas desconhecia totalmente certos fenômenos, por exemplo, desconhecia o movimento browniano descoberto em 1827, ou seja, mais de um século antes. Veio a redescobrir o movimento nas suas próprias pesquisas. Foi quando começou a fazer raciocínios sobre Mecânica Estatística que tomou conhecimento dos estudos de Brown. Einstein não sabia que já haviam sido feitos muitos trabalhos experimentais. Foi a partir de suas próprias pesquisas que chegou à primeira demonstração direta da existência de átomos e moléculas. E, no entanto, pouco ou nada tinha lido sobre Mecânica Estatística. Reconstruiu a teoria por conta própria, repito.

Realmente, todo grande cientista não lê muito o trabalho dos outros. Fermi, por exemplo, procurava, através de suas experiências, chegar a conclusões a que outros já haviam chegado, tentando sempre descobrir como o trabalho havia sido feito. Tomava um conhecimento superficial do assunto e tentava reconstruir o trabalho. Por isso, seus seminários eram deslumbrantes, sempre um algo novo.

Os cientistas realmente não querem muita informação. Querem, de um certo modo, fazer certas atividades que estimulem a imaginação. Somente agora, após três séculos, é que se está compreendendo o mecanismo de pensamento de Isaac Newton. Ele se estimulava com filosofia hermética. Suas grandes idéias científicas nasciam da mesma. Sabe-se que existem dezenas, centenas, talvez uns 300 trabalhos herméticos, copiados por seu próprio punho... Por exemplo, as idéias de força



*Washington, 1942: Schenberg, ao centro, entre W. Pauli (à esquerda) e S. Chandrasekhar (à direita). À esquerda da mesa, o físico G. Gamow.*

de atração e de força de repulsão ele as tirou da Tábua de Esmeralda, de Hermes Trismegisto. Newton tinha o mesmo mecanismo de pensamento que os gregos, como Empédocles, por exemplo. Ele transformou as forças de ódio e de amor, estabelecidas por esse filósofo grego, em forças atrativas e repulsivas, respectivamente.

Na última edição da Enciclopédia Britânica, há um artigo sobre Isaac Newton, mostrando como algumas das suas grandes idéias científicas teve uma certa origem no Hermetismo ou na Cabalística. Gostaria muito de saber de onde ele tirou a idéia de fluxão e a do Cálculo Diferencial, e o que o incentivou a procurar tais respostas para essas idéias.

Todo cientista criador procura incentivar a sua imaginação, e não sobrecarregá-la com informações detalhadas de trabalhos de outrem. Fermi, como já disse, às vezes passava anos tentando recriar um trabalho. Seguiu seu próprio caminho para chegar ao mesmo resultado. Enfim, todas estas idéias precisam ser muito discutidas. Tenho, ainda, muitas dúvidas sobre elas. Há pessoas de outras áreas com essas mesmas preocupações.

Voltando à universidade brasileira, vejamos alguns acontecimentos incríveis que nela ocorrem. Por exemplo, o Prof. Newton da Costa, o lógico, uma das maiores celebridades da área no Brasil, dá aulas na Matemática da Universidade de São Paulo. Convidado para ir à Polônia, onde publicaram um número da revista *Studia Lógica* em sua homenagem, Newton da Costa encontrou uma resistência estúpida à sua viagem. Na Congregação do Instituto de Matemática foi censurado pelos colegas porque, em vez de se preocupar com as aulas, estava se preocupando em manter contatos internacionais. Parece que lhe negaram mesmo a licença para viajar. É incrível e lamentável que o único verdadeiro lógico-matemático do campus tenha sido censurado pelos outros porque estava se preocupando em criar *Lógica*. Acrescente-se que ele é um dos maiores lógicos do mundo e que a Polônia é o país da *Lógica*. Mas seus colegas acharam ruim que ele fosse. A partir de então, pediu sua aposentadoria (1).

A experiência de outros países nos mostra como é importante a preocupação com as universidades. Tem que haver determinadas sociedades, associações e instituições que estimulem o interesse pela Ciência, que estimulem uma certa compreensão da Ciência. Compreender a Ciência não é somente conhecer os resultados: é saber como algo foi descoberto ou o que significa realmente. As instituições brasileiras deviam operar dentro desta filosofia de estímulo à pesquisa já em nível de escolas secundárias ou, pelo menos, no começo do curso universitário.



*Schenberg: "Em nosso País uma das necessidades mais prementes é o desenvolvimento de uma mentalidade científica, no sentido da criação de um pensamento realista."*

São absolutamente necessárias as instituições onde se possa adquirir uma idéia mais nítida do que seja Ciência — que está longe de ser simplesmente publicar. Pode-se fazer um sem-número de publicações sem se chegar a qualquer conclusão efetiva. Bunsen, por exemplo, foi um cientista muito prestigiado no século passado. Escreveu mais de 500 obras. Quando ouvimos falar em Bunsen, imediatamente nos lembramos do "Bico de Bunsen" em primeiro lugar e, em segundo, os que são mais eruditos lembram-se que Bunsen ajudou Kirchhoff a descobrir a Espectroscopia. Mas, eu duvido que a idéia tenha sido de Bunsen. Em compensação, há autores de uma única publicação científica, como, por exemplo, o indiano S. N. Bose, autor da Estatística de Bose, uma das grandes descobertas da Física do século XX. Não ouvi falar de nenhum outro trabalho dele. Mesmo este trabalho só foi publicado porque ele o enviou ao Einstein para uma avaliação. Já havia mandado antes para um outro cientista, que não havia gostado. Einstein, então, que achava genial a idéia de Bose, publicou o trabalho, enviou-lhe uma cópia e continuou a desenvolver a pesquisa. São idéias fundamentais para a Física Moderna. Tanto que as partículas provenientes das estatísticas de Bose são chamadas Bosons. Às vezes um indivíduo é autor de um trabalho único, porém revolucionário. Não digo que os livros de Bunsen sejam inúteis, mas é certo que não deixaram marcas na Ciência.

O verdadeiro talento científico está em ter intuição para deduzir quais são os fatos que devem ser pensados e os que não devem. Quando fui trabalhar com George Gamow, nos Estados Unidos, ele mandou que estudássemos as Supernovas. As Supernovas são estrelas que se tornam extremamente luminosas e de grande tamanho, apesar de sua temperatura superficial não ser muito alta. Havia a hipótese de que isso ocorria devido a uma explosão que, sem nenhum mecanismo aparente, se dava no interior da estrela. Gamow partia do trabalho de um alemão, escrito em 1928, de Mecânica Estatística sobre elétrons e prótons em alta temperatura. Mostrei ao Gamow que o trabalho, que havia sido escrito antes de se ter a idéia de neutrino, omitia, logicamente, este elemento importante. O neutrino, quando há uma emissão, transporta a maior parte da energia termonuclear. Gamow, então, percebeu que eu chegara à solução do problema: somente o neutrino poderia ocasionar uma explosão estelar, porque, conseguindo atravessar uma massa muito grande de matéria, esfria o centro da estrela, que está muito quente, produzindo o colapso que ocasiona uma expansão da camada externa. Então, publicou-se esse trabalho, entre muitos outros publicados na época. O trabalho não teve uma repercussão inicial muito favorável.

Em 1960, no entanto, Philip Morrison veio a São Paulo e nos en-

contramos para conversar. Viajara a São Paulo especialmente para saber como é que eu havia tido a idéia do neutrino, numa época em que ninguém pensava nisso. Mas o próprio Gamow tinha feito vários trabalhos sobre a Teoria dos Raios Beta na Emissão de Neutrinos. O Landau também havia estudado o assunto. Contudo, curiosamente, o neutrino, digamos assim, não fazia parte do mundo ideológico deles, como fazia parte do meu.

Foi em 1934, quando eu ainda era estudante em São Paulo, e após uma conferência do Fermi sobre a Teoria dos Raios Beta na Emissão de Neutrinos, que a idéia dos neutrinos me entrou na cabeça. Fiquei impressionado. Não sabia nem o que era, pois não sabia nada sobre Física Quântica. Depois, em Zurique, em contato com o Pauli, falamos sobre neutrinos.

Assim, de certo modo, o neutrino era uma idéia somente dos meus mestres que eu, sem saber como, captei e entronizei. E diante daquele trabalho, imediatamente notei que estava faltando o neutrino. No entanto, em 1960, Morrison achava incompreensível o fato de que uma pessoa pudesse ter tido, em 1940, a idéia de introduzir o neutrino em Astrofísica. A verdade é que, naquela época, o neutrino não era uma realidade para mim, nem para a maioria dos físicos teóricos. Morrison me informou, então, que tinha sido comprovada a existência de neutrinos experimentalmente. O neutrino haveria de se transformar em um fator básico da evolução cosmológica. E eu não podia lhe dar à explicação que ele queria, pois para mim a descoberta tinha sido natural, espontânea.

A Ciência possui muitos mistérios. Eu sabia que no processo beta havia a emissão de neutrinos. Enfim, era um processo beta ou beta-inverso que estava ocorrendo. Tive essa intuição provavelmente porque era jovem. Os outros pesquisadores já estavam com a cabeça repleta de muitas outras idéias. Um jovem pode, através dos poucos conhecimentos que tem, dar importância a coisas que passam despercebidas para outros que têm muito mais conhecimentos.

Enfim, o processo científico é um processo complexo. É lamentável o que está acontecendo no Brasil em relação à criação: prende-se o jovem até depois dos 30 anos, desperdiçando-se sua vitalidade. É necessário estudar uma maneira de melhorar essa situação.

Outro absurdo é que o CNPq e outras instituições similares somente concedem bolsa para o Exterior a quem tenha doutoramento. O certo seria conceder bolsa ao candidato, se ele for inteligente, mesmo antes de ele completar a licenciatura. Quanto mais rapidamente ele pu-

der ir para um centro de criação científica, melhor. O que não se pode é segurá-lo no Brasil até os 30 anos, quando talvez a sua inteligência já tenha sido corrompida e sua cabeça já esteja repleta de muitas outras idéias.

Certa vez, um rapaz muito inteligente veio me procurar. Na época, ele havia estudado Matemática por conta própria, mas ainda não havia feito o curso de pós-graduação, nem mesmo de graduação. Agora ele é professor. Eu o aconselhei a ir para a Europa. A melhor solução para um rapaz inteligente é estar em um lugar onde ele possa captar as idéias científicas vivas e se entrosar com elas. Sem dúvida, foi uma medida infeliz do CNPq a de exigir o doutoramento para a concessão de bolsa.

A História da Ciência é o único veículo através do qual podemos ter conhecimento de certos fatos. Pelos estudos dos grandes cientistas ou pelo contato direto com ele podemos ter uma idéia do que seja realmente fazer Ciência.

Outra questão que deve ser repensada é a dos livros. Deve-se procurar estudar em livros escritos por grandes cientistas. Os livros didáticos, em geral de autores norte-americanos, contêm informações esgotadas. O conceito científico é uma idéia viva, tem uma certa dinâmica própria, impossível de ser passada através dos livros didáticos. Acresce ainda que, freqüentemente, eles contam a História da Ciência de forma errada.

Lembro-me que li em um livro didático que Einstein havia elaborado a Teoria da Relatividade baseado na experiência de Michelson e Morley. Einstein era, no entanto, extremamente minucioso e anotava em seus diários todas as suas teorias e pensamentos. Nos seus diários, contudo, não se encontra nenhuma referência à experiência de Michelson e Morley. Einstein teve a primeira idéia da Teoria da Relatividade aos 15 anos e, nessa época, não conhecia tal experiência. Parece mesmo que também não veio a conhecê-la antes de formular a Relatividade Especial.

Einstein era muito desinformado. Por exemplo, ele conhecia um dos trabalhos de Hertz sobre a Eletrodinâmica, mas não lera o artigo em que ele havia introduzido essa teoria. No entanto ele redescobriu esta idéia sozinho. Criar também requer uma certa audácia: pensar por conta própria e não simplesmente imitar o que está na moda e fazer o que todos os outros estão fazendo.

É importante que existam no Brasil alguns autênticos grandes cientistas. Não podemos nem avaliar o quanto esse "fermento" iria mudar a

vida brasileira, a maneira de interpretar os acontecimentos. O fundamental é ter uma visão criativa dos fatos: saber muito sobre determinados assuntos não tem muita importância. Um grande cientista pode até ser muito ignorante. Alguns, me parece, eram até analfabetos. Soube que um grande cientista ensinou Física a seu filho, mas deixou-o analfabeto, pois a alfabetização poderia ter um efeito deletério sobre sua inteligência.

As pessoas que tiveram maior influência sobre a História da Humanidade foram analfabetas. Homens como Cristo, Buda e outros não sabiam ler. Quanto a Sócrates, tem-se alguma dúvida, mas supõe-se que ele era analfabeto: ele nunca escreveu nada, só falava. Parece que Maomé também era analfabeto. O maior poeta alemão da Idade Média, conforme relato de Thomas Mann, em *A Montanha Mágica*, era analfabeto. Carlos Magno, que foi talvez o maior estadista da Idade Média, era analfabeto. E também o era o famosíssimo Imperador Asóka, homem inteligentíssimo, criador do Império da Índia, que tinha, porém, uma pureza maior: não se preocupava muito com as opiniões dos outros.

Enfim, a civilização moderna dá muito valor a determinados valores que, no fundo, não passam de instrumentos de massificação, desestimulantes da inteligência. Substituiu-se o trabalho criativo pelo não-criativo. E, no entanto, tudo o que se faz com criatividade é, qualitativamente, muito superior ao que se faz por mera erudição.

Essas idéias servem como tema para discussão, pois são completamente contrárias aos valores hoje estabelecidos e consumidos: as pessoas têm de ler muito e escrever muito. O importante é saber escrever bem e falar bem, e não muito. Se eu puder falar muito e bem, tanto melhor. Caso contrário, é melhor que se fale pouco e que se escreva pouco.

As universidades inglesas são exemplares. Não são muito grandes, pois os ingleses não querem que sejam. É curioso que a Universidade de Oxford, que existe há 800 anos, não tenha regulamento até hoje. Dá prazer, realmente, visitar uma universidade inglesa. Se se deseja falar com determinado professor, pode-se facilmente manter com ele o contato desejado. Isto é, consegue-se falar com pessoas que são normalmente consideradas inacessíveis. Até 1968, era assim em toda a Europa. Hoje, infelizmente, já não se encontra em muitos lugares este espírito que se conservou na Inglaterra.

Outro aspecto do estudo científico deve ser abordado. Se alguém deseja saber sobre a Mecânica Quântica, por que não ir diretamente ao livro de Dirac, ao invés de começar a ler introduções à Mecânica Quântica de pessoas que não a entenderam?

Esses livros contêm pura Matemática. Questões, por exemplo, de como se encontram os auto-valores da Equação de Schrödinger têm, em geral, nesses compêndios, destaque especial. Isso não é Física, é Matemática. Mas se se quer obter o espírito da Mecânica Quântica, como ela se formou, seria melhor que se lesse Dirac. Lendo os originais e conhecendo esses grandes cientistas, descobrimos aspectos interessantes. No caso, já que falei em Schrödinger, se nos preocuparmos em conhecer seus escritos, alguém poderia até achá-lo mais brilhante como biólogo do que como físico teórico. Foi ele quem descobriu a existência do código genético, e uma série de outras idéias suas sobre a vida não ficaram nada a dever à descoberta da Equação que recebe seu nome.

Quando se lê Newton, descobrem-se coisas surpreendentes. Encontram-se dados que a maior parte das pessoas que estudam Mecânica não sabem, como, por exemplo, o fato de haver duas massas e não uma só. Uma delas é a quantidade de matéria, e essa não se altera com o movimento; a outra é o quociente da quantidade de movimento pela velocidade. A primeira massa não podia variar, porque era quantidade de matéria, mas a segunda, sim.

Newton escreveu a Equação da Dinâmica de uma tal maneira que já continha a Teoria da Relatividade. A Equação era que a derivada da quantidade de movimento em relação ao tempo era igual à força. Essa Equação é válida na Teoria da Relatividade. Os livros não reproduzem fielmente a Equação de Newton. Banalizam-na porque supõem que a massa não possa depender da velocidade, achando que Newton não tinha certeza disso. É surpreendente ver como essas idéias voltam à tona. Newton teve antecipadamente muitas das idéias da Mecânica Quântica. Por exemplo, a idéia da dualidade (onda-corpúsculo) da luz. Para unir esses dois aspectos, corpuscular e ondulatório da luz, ele imaginou que as partículas luminosas podiam ter *fits*, ou seja, caprichos.

É incrível a quantidade de evidências somente percebidas através da Mecânica Quântica. Desde o século XVIII não havia uma nova edição da Óptica de Newton. Saiu, então, esta nova edição, e pediram a Einstein que escrevesse o prefácio. Einstein escreveu o seguinte: "Isaac Newton, para quem a natureza não tinha segredos". De muitas das descobertas do século XX — Mecânica Quântica e outras — Newton de certo modo já sabia. Sobre a Teoria da Relatividade, por exemplo, sabia qual era a equação correta do movimento. E, possivelmente, há muitos aspectos na obra de Newton que ainda não se conhece. Em Mecânica Estatística, o conceito de que o potencial molecular deve ter uma parte atrativa e outra repulsiva. Ninguém o sabia. Não se sabia que era necessário introduzir-se uma força repulsiva e não apenas a força de atração;

que também deveria haver repulsão em si. Newton, naquele tempo, em que nada se sabia sobre eletricidade ou sobre átomos, já dizia que existem no interior dos átomos forças de origem elétrica. Muitos estudiosos passaram por cima dessas idéias sem analisá-las. Naturalmente, ainda deve haver muita novidade na obra de Newton. Einstein foi muito feliz na afirmação. Isaac Newton realmente nos dá impressão de que, para ele, a Natureza não tinha segredos.

É fabuloso estudar a História da Ciência a partir dos escritos originais de grandes cientistas. Os compêndios são sofríveis e chegam até a alterar o pensamento do cientista, para adequá-lo a uma apresentação didática. Tive um professor de Matemática que sempre me dizia: quer saber Matemática, vá ler os trabalhos originais de Matemática. Não leia os compêndios. Nas obras originais se compreende o que é incompreensível nos compêndios, que castram o pensamento, vulgarizando-o. A não ser que o compêndio seja como o livro de Dirac, sobre Mecânica Quântica, em que, da primeira à última página relata suas vivências, pois ele realmente vivenciou os cálculos e participou da criação da Mecânica Quântica.

No Brasil, não sei se há lugares onde se tomam essas medidas. A Associação para o Progresso da Ciência teve um papel muito importante na difusão do estudo da História da Ciência. Se estudarmos profundamente, e não nos compêndios de Física, a História da Ciência, teremos as maiores surpresas. Eu sempre recomendo na História da Ciência se procure verificar quais foram realmente as idéias germinais. É preciso ler, sempre que possível, os escritos originais.

Há muito o que falar sobre Ciência. Mas tudo está ligado ao lado humano da Ciência. Aqui no Brasil, precisava-se lutar mais contra a castração intelectual. Talvez, se nos cursos de pós-graduação o professor conversasse livremente com os alunos, o rendimento fosse maior. Isto, logicamente, se o professor for um cientista. Aprender-se-ia muito mais sobre Ciência do que nas cansativas aulas tradicionais.

Gostaria de estimulá-los a fazer, aqui no campus, um museu de aparelhos antigos, para que se possa vivenciar a História da Ciência. Seria bom organizar debates sobre a personalidade dos grandes cientistas, e até sobre suas intuições. Desse modo, seria possível penetrar melhor na essência da Ciência. Uma teoria, apesar de errada, pode, às vezes, ser mais importante que uma teoria certa, por conter novos ângulos de observação de um problema.

Para o cientista, em primeiro lugar, conta a criatividade que ele possa ter. Mas em contato com os cientistas, o jovem aprenderá muito.

Aprenderá novas atitudes perante a Ciência, perante o mundo. O contato com o verdadeiro cientista é sempre marcante. Se um indivíduo quer ser um técnico medíocre, não faço nenhuma objeção a que ele fique até os 30 anos fazendo doutoramento. Mas faço as maiores objeções ao cientista que fica até os 30 anos fazendo doutoramento, pois ele desperdiça suas melhores energias improdutivamente.

Creio que ninguém aprende nada de ninguém. Se examinarmos a vida dos grandes cientistas, e falo mesmo por minha experiência pessoal — e eu não sou um grande cientista —, veremos que ninguém aprende nada de essencial com os outros. A não ser o que é de praxe: ler e escrever, por exemplo. Mesmo escrever bem não se aprende com ninguém. Aprende-se a escrever com outros, mas não a escrever bem.

A tradição científica da Inglaterra na Idade Média foi destruída na época da Renascença pelos pedantes, que eram discípulos de Erasmo de Roterdã. Estes achavam que o importante na universidade era aprender bem o Latim. E, assim, foi destruída toda a tradição científica de Oxford, na Idade Média. O efeito dessa maneira de pensar nas universidades inglesas foi péssimo. As universidades caíram muito de nível. Os cursos de Isaac Newton, quando ele esteve ensinando em Cambridge, não tiveram nenhuma repercussão. Ninguém se interessou.

Creio que uma reflexão sobre a História é muito importante. Surgem idéias novas sobre outros assuntos, até mesmo sobre a vida social em geral. Eu não acho que o Homem já seja um animal racional. O Homem é um animal que pode ser racionalizado. Não posso entender que os nossos economistas que fazem esses absurdos todos sejam animais racionais! Mas essas coisas são sérias. É preciso manter um certo tipo de atitude, que é a atitude de criação original, e nunca abafá-la com excesso de conhecimento.

Certamente não é obrigando o indivíduo a não sair do Brasil antes dos 30 anos que se vai manter acesa a chama de criatividade. Não lhe dão bolsa porque ele não tem doutoramento aqui. Vou relatar este absurdo na Academia Brasileira de Ciências, pois se me houvesse sido aplicada essa exigência eu não poderia ter feito os trabalhos de Astrofísica que fiz nos Estados Unidos, porque não estava na idade. Aliás, como não fiz doutoramento até agora, não poderia ter saído do Brasil.

Fiquei contente de ouvir do Prof. Pavan, em uma reunião da SBPC, idéias semelhantes às minhas. Mas essas idéias precisam ser melhor divulgadas. No Brasil, quanto mais errado é um fato, mais o acham genial. Creio que 90% dos professores universitários estão convencidos de que essa reforma universitária melhorou muito a situação do ensino no País.

Em uma reunião de físicos em Niterói, leu-se uma tabela publicada sobre o número de pesquisadores que o Brasil formava. Diante de minha indagação sobre o que se queria exatamente dizer com "pesquisador", uma pessoa, inteligente por sinal, esclareceu que pesquisador não é sinônimo de cientista. Disse que os planos brasileiros objetivam produzir pesquisadores, mas não cientistas, e que não se pode prever a produção de cientistas. Há uma certa razão nessa hipótese. Mas creio que é possível criar ambientes favoráveis à formação de cientistas. Ninguém, é claro, vai poder formar quem não tiver "bossa" para cientista, assim como não é possível ensinar a ser poeta a quem não tiver "bossa" para poeta. Porém, podia-se pelo menos dar facilidades aos que demonstrem tendência para a atividade científica, enviando-os logo ao Exterior sem esperar que completem 30 anos.

É claro que também é bom que dentro do território brasileiro se facilite a mobilização dos indivíduos capacitados para os nossos grandes centros urbanos, para que possa manter contatos com as pessoas certas. O melhor, no entanto, seria que o jovem fosse mandado para os grandes centros da Ciência mundial ainda aos 19 ou 20 anos. Conforme o caso, devia-se mandá-lo até mesmo com 15 anos.

Conheci muitos rapazes inteligentes que foram para os Estados Unidos e não agüentaram. O método das universidades norte-americanas é massacrante. Fazem-se exigências terríveis para os cursos de doutoramento. O MIT, por exemplo, é uma escola de neuróticos. Há mesmo suicídio de estudantes que foram levados ao desespero. O ITA, aqui no Brasil, é outra fábrica de neuróticos.

Um grande político quase sempre é discípulo de outro grande político. Não é necessário que se faça mestrado ou doutorado em política. O importante é o contato direto com o grande político. Isto não se pode massificar: tem de ser um contato individual em que os conhecimentos são trocados e assimilados. Toda a sociedade moderna é muito massificante. A massificação não é um bom caminho para a qualidade, numa esfera de doação humana. A massificação é uma mediocrização. Quanto mais se puder evitar a massificação, melhor.

Não se pode dizer que seria sem validade dar a uma pessoa talentosa a possibilidade de bolsa aqui no País, para a iniciação científica. Mas, como nossas possibilidades são muito limitadas, o melhor mesmo é mandar este indivíduo, o mais depressa possível, para um grande centro da Ciência mundial, onde existem grandes mestres, para lugares onde se esteja realmente criando. Lá, ele poderá, realmente, se desenvolver. Ficando aqui, corre um sério risco de se atrofiar. A não ser que se fundem, no Brasil, centros do mesmo nível que os do Exterior. Infelizmente, até

o momento atual, não tenho conhecimento de nenhum. Talvez tenham surgido em Literatura, por exemplo, mas não em Ciência. Não digo, no entanto, que se deva enviar o indivíduo a qualquer escola do Exterior. Se for uma do tipo massificante, não vale a pena. O importante é recomendá-lo a alguém que tenha uma capacidade de criação científica de alto nível, para que possa ser orientado em relação ao que deve ou não deve fazer, aos caminhos a seguir.

A conotação negativa que alguns emprestam às elites intelectuais deve ser repensada. Não vejo que tipo de perigo as pessoas inteligentes podem oferecer à sociedade. É certo que a alta capacidade criativa, em qualquer que seja o campo, é sempre elitizante ou elitista. Aliás, a idéia de elitismo intelectual é um pouco confusa: transportam-se para o campo intelectual evidências que somente poderiam ter sentido no campo político. Acontece que a criatividade, volto a afirmar, em seu grau mais elevado, é necessariamente elitista. E isto não é válido só para as ciências, vale também para as artes, como a Literatura.

Aliás, não se pode dizer que seja o que geralmente se chama de elitismo, porque não se trata de uma determinada classe, uma elite social. São determinadas pessoas altamente capacitadas para exercer determinadas funções. O ideal é aproximar jovens talentosos dessas pessoas, para que aprendam. Dizem que o Herman Weyl aprendeu mais Matemática com Hilbert, passeando nos bosques, do que nas salas de aula. Em conversas informais, os dois transmitiam um ao outro seus conhecimentos.

Não se pode exigir de um grande músico que ele componha de outra maneira se ele sente sua música de determinado modo. Se ele compõe pela cacofonia, se é assim que ele sente, não se poderá obrigá-lo a seguir outro alfabeto musical. Há determinadas pessoas que têm um gênio científico tão extraordinário que quase ninguém consegue compreender o que estão dizendo. Bohr, por exemplo, é difícilíssimo de se entender. Quando, em congressos, se conseguia entender algo do que ele dizia, sempre se constatava algo fabuloso. Sua inteligência era brilhante. Faleceu quando ainda tentava entender a Teoria da Supercondutividade. Também ele achava que determinadas teorias não tocavam no âmago da criação. E eu concordo com ele. Ele não entendia, por exemplo, por que numa rede cristalina se podia ter correlações entre elétrons que estavam muito afastados uns dos outros e não ter correlações entre elétrons vizinhos. Esse é um fenômeno da Teoria da Supercondutividade, que afirma existirem correlações entre elétrons que podem estar a centenas de malhas uns dos outros. Bohr morreu com essa preocupação. A matéria, realmente, se comporta de maneiras muito di-

versas, muito mais diversas do que podemos imaginar. Um elétron, na realidade, pode se correlacionar com outro que está a uma distância enorme dele e não se relacionar com o que está perto: são os mistérios da Ciência.

O contato com os grandes cientistas sempre nos dá uma sensação de mistério. Bohr, nesse ponto, talvez tenha sido o maior cientista do século XX. Ninguém mais que ele dava tão intensamente a impressão de estar entrando numa faixa misteriosa. Para citar outro exemplo, Einstein, em seu trabalho famoso, o *Paradoxo de Einstein – Podolsky – Rosen*, de 1935, juntamente com seus colaboradores, queria mostrar que a Mecânica Quântica era incompleta e estava errada. Achava absurdo que a Mecânica Quântica permitisse uma interação à distância e instantânea entre corpúsculos muito distantes uns dos outros. Passaram-se os anos e agora se descobre que isso existe. O fenômeno da supercondutividade pode estar ligado a esse fato. Quer dizer, citando esse fenômeno como um erro de Bohr, Einstein acabou fazendo uma descoberta. Nesse caso, a intuição de Einstein foi mais profunda que sua inteligência. A intuição o levou a descobrir que estava certo o que a inteligência julgava errado. Essa foi a descoberta mais profunda da vida de Einstein. Enfim, há aspectos misteriosos na Ciência, e não se pode fugir disso. Talvez, mudando-se toda a Ciência, certas coisas deixem de parecer misteriosas ou absurdas.

Creio que já falei demais. Mas estou procurando transmitir a vocês o fruto de uma experiência, fatos que observei e vivenciei e não idéias minhas. Preocupa-me muito a força que esse sistema mediocrizante vem tomando aqui no Brasil. O que se fez com o Newton da Costa, no Instituto de Matemática de São Paulo, foi incrível. Foi uma brutalidade da qual eu ainda não havia ouvido falar. Praticamente, o obrigaram a pedir a aposentadoria e sair porque ele não podia desistir de fazer sua matemática... Naturalmente, douraram a pílula dizendo que ele estava se desinteressando pelos alunos. Não se levou em conta que estava muito interessado em suas importantes realizações. O filósofo inglês Bradley, por exemplo, nunca dava aula na universidade, somente conversava individualmente com os alunos. Naquela época, era considerado o maior filósofo da Inglaterra. E não dava aula. Achava que não valia a pena. Para ele, eram mais importantes os contatos individuais que mantinha com os alunos.

Mas isso é impossível aqui no Brasil. Antigamente havia a cátedra universitária, que era importante dentro da universidade. Evidentemente, se o professor fosse medíocre, vegetaria durante 30 ou 40 anos na cátedra. Mas ela favorecia uma liberdade de ação ao professor para fazer

o que quisesse dentro de sua disciplina. Nem a Congregação podia interferir e isso permitia que se fizessem muitas realizações. Hoje em dia, a engrenagem dos conselhos departamentais e das congregações trava a atividade docente. Recusei o convite de voltar e lecionar na Universidade de São Paulo, mas quis saber da possibilidade de voltar sem ser professor. Para mim seria o ideal, pois teria maior liberdade de ação dentro dessa engrenagem. Ficaria um pouco à margem — dentro e fora ao mesmo tempo — e produziria.

Estou transmitindo a vocês essas idéias para que ponderem, para que vejam se há algo de útil, de aproveitável nelas. É uma sabedoria de séculos da civilização ocidental e, quem sabe, provinda de outras civilizações mais antigas. Certas personalidades históricas — Sócrates, Platão, Arquimedes — eram focos de onde as idéias surgiam. Muitas se perderam, talvez até sejam encontradas em outras áreas, e muitas outras se conservam até hoje.

Devemos estar preocupados em não caminhar para uma mediocriização total. É preciso que determinadas pessoas resistam a isso. Um professor, por exemplo, deveria poder ensinar na universidade, poder dar cursos, mas sem perder o objetivo de estabelecer contatos com certos alunos. O importante é testar a capacidade científica. Fermi estava fazendo isso no fim de sua vida. Lá nos Estados Unidos, ele só dava aulas para alunos do primeiro ano, ainda não contaminados pela mentalidade da universidade americana, e encaminhava alguns deles para a pesquisa. Pode ser que haja outras pessoas fazendo o mesmo. Talvez, até secretamente.

Acho muito sufocante o ambiente geral no Brasil. É verdade, também, que a reforma universitária criou um certo clima de autoritarismo. Precisamos alterar tal situação.

#### Nota

- 1 Atualmente, Newton da Costa é professor titular por concurso — na área de Lógica — da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP. É integrante do Grupo de Lógica do IEA.

#### Resumo

Erros foram cometidos no desenvolvimento econômico brasileiro por não se compreender que o entendimento do processo tecnológico reclama uma base científica. A Economia Política não é uma ciência e seus grandes problemas são resolvidos por decisões políticas. Uma das necessidades no Brasil é o desenvolvimento de uma mentalidade científica. Entre

nós, confundiu-se pesquisa científica com elaboração de tese. O conceito científico é uma idéia viva, criadora.

### **Abstrac**

Mistakes have been made in the Brazilian economic development because of faults occurred in the comprehension that the technological process asks for a scientific basis. The Political Economy is not a science and its great problems are resolved through political decisions. One of the needs in Brazil is the development of a scientific mentality. Among ourselves, scientific research has been confounded with thesis elaboration. The scientific conceptions is a lively and creator idea.