

O Desenvolvimento da Física no Brasil¹

Adel da Silveira

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150
22290-180 – Rio de Janeiro, RJ – Brasil

A Física e suas aplicações tecnológicas vêm merecendo a atenção do povo, desde o aparecimento de memoráveis descobertas que todos conhecem. O telégrafo sem fio, de Marconi, e a explosão da bomba atômica, são dois bons exemplos e muito serviram para propaganda da Física. O aproveitamento das ondas eletromagnéticas, feito por Marconi, vem salvando muitas vidas e vem distraindo diariamente milhões de pessoas. Hoje o nome de Marconi está um pouco esquecido, talvez por questões políticas e por descobertas posteriores que atraíram a atenção do grande público. Em certa época, no entanto, o seu nome era pronunciado com reverência, em todos os lugares. As explosões de bombas atômicas sobre duas cidades japonesas, durante a segunda guerra mundial, conseqüência também de conflitos políticos, tiveram na época enorme repercussão. Logo surgiram políticos, filósofos e cientistas chamando a atenção da humanidade para o perigo de destruição que ela corria. A verdade é que os dirigentes dos países procederam e procedem de um modo ambíguo. Lutam contra a posse generalizada das armas atômicas, mas não abrem mão das que têm estocadas em seus arsenais. Desejam que outros não tenham tais armas, explicando que elas poderiam ser utilizadas por dirigentes menos equilibrados, ou mesmo por grupos de terroristas, que podem ser encontrados em vários países e que são anunciados diariamente pelos jornais.

O Brasil começa a ingressar na era nuclear, fazendo aplicações pacíficas da assombrosa descoberta da cisão nuclear. O fato de não termos assinado o tratado de não proliferação das armas nucleares parece-nos importante. Não queremos que outros países tenham sobre o Brasil um domínio que se torna indesejável agora e muito mais importante no futuro. Sem dúvida, o fato de maior destaque no assunto foi o tratado que assinamos com a Alemanha, que não foi, infelizmente, seguido por outro que poderia ter sido assinado com a França. Ao que tudo indica, teria a França feito exigências que não estavam de acordo com a atitude que já assumimos. Tomamos a atitude de país livre, que age de acordo com os seus próprios interesses, atitude a que já nos estamos acostumando, felizmente. Trata-se de assunto palpitante e do maior interesse. Discutimos a quantidade de material que pode ser extraída de nossas terras e utilizada nas usinas a serem construídas; fazemos referência ao fato de podermos, de agora em diante, possuir e desenvolver a nossa própria tecnologia, sem estarmos obrigados à situação de simples manuseadores de materiais construídos fora do Brasil e simplesmente montados em nossa terra; discutimos o

¹Palestra proferida pelo autor, então Diretor do Instituto de Física da Faculdade de Engenharia Souza Marques, por ocasião da abertura solene da I Semana de Física daquela instituição, em novembro de 1975.

teor dos minérios já encontrados, ou que se encontram em fase de simples investigação; apontamos os lugares em que há maior probabilidade de existirem tais materiais; examinamos o possível número dos engenheiros e físicos que virão a ser empregados nos futuros empreendimentos, procurando-se fornecer aos interessados os necessários conhecimentos. Existe, enfim, um ambiente de entusiasmo entre os técnicos e os que se interessam pelos assuntos de nossa pátria, procurando-se, também, despertar, na grande massa, o necessário interesse, por meio de propaganda nos jornais e na televisão.

Parece-nos conveniente, pois, que se apresente um trabalho no qual se examine o progresso que teve, no Brasil, o estudo da Física e as dificuldades que foram e são enfrentadas pelos que procuram realizar pesquisas. Parece-nos interessante, ainda, apresentar a situação da pesquisa em Física em outros países e as dificuldades que vêm sendo encontradas por esses abnegados. Talvez esta adjetivação seja mais apropriada para os que trabalham no Brasil e nos países do terceiro mundo, de um modo geral. Não deixa de haver, no entanto, problema análogo nos países mais adiantados, só que as dificuldades se apresentam sob uma forma mais sofisticada.

A Física apresenta hoje uma situação que pode ser considerada razoavelmente satisfatória para os que a encaram de um ponto-de-vista profissional. Já existe a carreira de pesquisador, embora com limitações que a tornam pouco atraente, quando comparada com a de um profissional liberal de igual êxito e com a mesma experiência profissional. Ressalvadas as dificuldades encontradas por algumas entidades particulares, a verdade é que, na universidade, o pesquisador encontra apoio muito superior ao que tinha há vinte ou trinta anos atrás. Talvez estejamos errados ao dizer que o apoio é muito superior ao que tinham naquela época, porque a verdade é que então não havia qualquer estímulo. Quem se propusesse a fazer alguma forma de pesquisa era obrigado a contar apenas com os próprios recursos. Os que atualmente se lamentam, dizendo que são obrigados a dedicar parte de seu tempo a outras atividades, não fazem a menor idéia da situação que existia naquela época. É evidente que não temos, pelo menos no Rio de Janeiro, as facilidades que encontram os pesquisadores no exterior, por exemplo, quanto a secretárias eficientes, e não encontramos bibliotecas abertas às vinte e quatro horas do dia, durante todo o ano, como ocorre em algumas entidades de países mais adiantados. Já conseguimos, no entanto, o material de trabalho de que necessitamos. Já surgem grupos interessados na discussão de assuntos modernos, de modo que o cientista não é obrigado a fazer, permanentemente e sozinho, o seu trabalho.

Se voltarmos os olhos para o passado ainda recente, de certo modo, encontraremos uma situação inteiramente diferente. Para apenas citar um exemplo, basta lembrar que até a década de 20 as cadeiras de Física e Química do Colégio Pedro II estavam reunidas em apenas uma, com um titular. O desdobramento que então ocorreu dá uma idéia de progresso, que hoje não podemos avaliar adequadamente. É interessante notar que isto ocorria no Brasil, na ocasião em que se faziam na Europa as descobertas fundamentais que servem de base a todos os estudos de Física no mundo atual. Resta-nos o consolo de reconhecer que, na mesma ocasião, os Estados Unidos estavam em um estágio de desenvolvimento científico bastante precário. Oppenheimer, Slater e todos os americanos que procuravam realizar sérios trabalhos de Física Teórica, eram obrigados a procurar

abrigo em instituições da Europa, colocando-se à sombra dos grandes mestres de Cambridge, Copenhagen, Göttingen, etc. Mesmo os sábios americanos mais arredios, como Gibbs, que trabalhavam sozinhos nos Estados Unidos, não podiam abrir mão de viagens à Europa, nas quais se colocavam a par dos resultados importantes que lá se obtinham.

É bem verdade que isto ocorria principalmente no domínio da Física Teórica. Não podemos deixar de reconhecer, no entanto, que, no domínio experimental, já havia nos Estados Unidos trabalho digno de nota. Poderíamos citar, por exemplo, o nome de Michelson, notável por seus trabalhos de medida da velocidade da luz e, em geral, por seus trabalhos em óptica. Rowland fez notáveis trabalhos em eletricidade e é bem conhecido o nome de Henry. Convém notar que, ainda no primeiro quarto de nosso século, os físicos europeus iam aos Estados Unidos, a fim de fazerem conferências e, porque não dizer, fazer um pouco de turismo. Assim é que encontramos Lorentz fazendo conferências na América, sendo visto em companhia, entre outros de Millikan, famoso pelas medidas que fez da carga do elétron; encontramos madame Curie percorrendo a América a fim de levantar fundos para adquirir um grama de radium para seu laboratório. Já no fim do primeiro quarto do século encontramos, no entanto, uma experiência decisiva em Física Moderna realizada por um físico americano, o chamado efeito Compton.

Não seríamos totalmente imparciais em nossa enumeração se esquecêssemos o que Edison e Westinghouse fizeram. Os seus trabalhos, como os de Bell, podem ser melhor enquadrados, no entanto, no que hoje chamamos de tecnológicos e, embora não sejam de menor importância, não pertencem ao tipo de pesquisa que pretendemos analisar.

Voltando ao que dizíamos, na mesma época em que o Brasil se debatia, dando os primeiros passos, Niels Bohr, Lord Rutherford, Kapitza e outros faziam, na Inglaterra, descobertas que são, ainda hoje, discutidas, por causa de seu caráter fundamental. Na França, madame Curie, Perrin, Pierre Curie, Langevin e outros continuavam os seus estudos. Na Alemanha e na Inglaterra os trabalhos teóricos de Schrödinger, Heisenberg, Dirac e outros lançavam os fundamentos da Mecânica Quântica. As discussões no Brasil na época, quando se apresentavam em nível mais elevado, limitavam-se a verificar se a Teoria da Relatividade estava certa ou errada. Eram trabalhos que se deixavam orientar mais pelos aspectos políticos, habilidosamente aproveitados por partidos politicamente opostos, do que realmente por seu conteúdo científico. Deixavam-se levar, ainda, pelo fato de ter sido o Brasil o local das medidas de Eddington, nas quais se evidenciava que os raios luminosos efetivamente sofrem desvio quando atravessam o campo de gravitação do sol, resultado antecipado teoricamente pela Relatividade Generalizada.

Não podemos deixar de assinalar, sob pena de injustiça, que algumas pessoas faziam trabalhos sérios, de acordo com o que havia de mais moderno na época. Como um exemplo podemos citar as pesquisas de Teodoro Ramos. Tratava-se de Engenheiro de grande capacidade matemática. Após o modelo atômico de Bohr, no qual se admitia que o átomo fosse constituído de um núcleo central, em torno do qual giravam elétrons, descrevendo órbitas circulares, Sommerfeld procurou aplicar os princípios da Relatividade Restrita, e mostrou que as órbitas eram elípticas e obteve uma fórmula para o espectro de estrutura fina do hidrogênio. Pois bem, foi nessa ocasião que Teodoro Ramos procurou generalizar o tratamento matemático, colocando a teoria de acordo com os princípios da Relatividade

Generalizada. Tratava-se, portanto, de trabalho sobre Relatividade Generalizada, sério, que não estava eivado das conotações políticas a que nos referimos há pouco. Teodoro Ramos e alguns outros constituíam no entanto casos excepcionais. Se compulsarmos os primeiros números dos Anais da Academia Brasileira de Ciências encontraremos parte apreciável ocupada por discursos encomiásticos ou justas referências a acadêmicos falecidos. Certamente o que faltava, na época, eram trabalhos científicos à altura da revista que iniciava os seus trabalhos.

Se recuarmos ainda mais no tempo, isto é, se voltarmos ao período colonial e ao século passado, encontraremos uma situação mais desoladora. Como assinalou Joaquim da Costa Ribeiro, em seu trabalho sobre a Física no Brasil, foi Bartolomeu de Gusmão um cientista brasileiro que fugiu à regra geral, pois produziu trabalho digno de nota, ao construir, em 1709, um balão cheio de ar quente. Isto ocorreu numa ocasião que não havia no Brasil qualquer universidade ou biblioteca. Foi o holandês Príncipe Maurício de Nassau quem instalou em 1640 o primeiro observatório astronômico, cujas observações podem ser encontradas em publicações de 1658. É curioso chamar a atenção dos ouvintes para o intervalo que vai desde a instalação do observatório até a época da publicação dos resultados obtidos, o que mostra como eram difíceis os trabalhos científicos. Para nossa satisfação convém lembrar que naquela época não existiam as revistas científicas que hoje conhecemos. Os trabalhos eram divulgados por meio de cartas entre os cientistas, sendo notável por exemplo a correspondência entre Descartes e Mersenne.

Foi depois da vinda da família real portuguesa que o panorama começou a assumir forma diferente. Certamente que essa alteração resultou em parte da influência de José Bonifácio. Tratava-se de homem de ciência que se preocupava muito com trabalhos de caráter prático, como poderá verificar quem procurar tomar conhecimento deles. A sua posição política serviu para criar aqui nova mentalidade.

No segundo império a tendência de D. Pedro II para os assuntos científicos e literários teve acentuada influência no desenvolvimento científico que conseguimos no passado.

Deve-se lembrar que o primeiro laboratório de Física e Química foi instalado no Museu Nacional, onde se ministravam aulas práticas aos alunos das escolas médicas e militares do Rio. Em 1832, a cadeira de Física foi criada nos cursos médicos e, em 1858 (vejam as datas!), na Escola Central e na Escola de Marinha, a cadeira sendo lecionada como disciplina autônoma. Não se fazia, no entanto, qualquer forma de pesquisa. Como comparação convém lembrar que em Göttingen, na época, Gauss já fazia os seus estudos de óptica e de eletromagnetismo, que antes disso Ampère, Biot e muitos outros já haviam estudado eletricidade, obtendo resultados que atualmente são apresentados aos alunos em todos os níveis. Por essa época Pasteur já se interessava por problemas de simetria, estudando a influência da presença das faces hemiédricas dos cristais de quartzo no desvio do plano de polarização da luz. O que nos faltava, pois, era a capacidade de aplicar os conhecimentos da época na obtenção de resultados novos. A simples erudição serve apenas para o indivíduo repetir conhecimentos adquiridos e descobertos por outros. O espírito de indagação e a curiosidade, que caracterizam o pesquisador, é que não existia então no Brasil. Convém lembrar que os trabalhos executados na Europa não dependiam de máquinas muito caras, como as que se encontram hoje nos laboratórios mais importantes.

Se examinarmos o retrato do laboratório de Faraday, certamente ficaremos impressionados com a simplicidade dos meios de que ele dispunha. E, no entanto, foi ele quem fez descobertas que permitiram a era industrial que atravessamos. O mesmo poderemos dizer da situação que madame Curie e Pierre Curie encontraram alguns anos mais tarde.

Quem ler a biografia de Lord Rayleigh e de outros cientistas da mesma época verá que eles faziam pesquisas de melhor qualidade. Examinem-se, por exemplo, os trabalhos de Lord Kelvin. O problema é de condições externas, é certo, de meios de fortuna, também, mas depende, principalmente, de atitudes internas. É preciso que o pesquisador possua qualidades e assuma as atitudes que procuraremos indicar durante a presente palestra.

Felizmente, podemos assinalar algumas exceções entre os brasileiros que viveram no século passado. Não é elevado o número dos que procediam como os estrangeiros que acabamos de citar mas, de qualquer maneira, eles existiram.

Na Física Matemática dois vultos se agigantaram e merecem todo o destaque: Gomes de Souza e Otto de Alencar. Na Física Experimental o nome de Henrique Morize é digno de nota. Gomes de Souza foi, talvez, o maior gênio que tivemos em Matemática e em Física Matemática, no século passado. Após brilhante curso de Engenharia, ao qual não estavam alheios estudos de medicina, tornou-se professor catedrático da Escola Politécnica do Rio de Janeiro. O seu talento permitiu que chegasse a fazer ligeira passagem pela política. Realizou, apesar da situação do Brasil de então, o que hoje chamamos de pesquisa científica, não se limitando a conhecer o que os livros reproduziam. Realizou pesquisas sobre a propagação do som e teve um de seus trabalhos de Matemática apresentado à Royal Society de Londres, pelo célebre físico inglês Stokes. Morreu jovem, aos trinta e quatro anos, e dedicou parte dos últimos anos de vida a estudos de literatura de vários países. Estas poucas palavras não fazem justiça ao seu imenso talento. Otto de Alencar também estudou a propagação do som e escreveu muito sobre Augusto Comte que era, na ocasião, motivo de trabalhos muito importantes e muito discutidos. Nós que vivemos em 1975 não poderemos compreender suficientemente bem a importância que teve, entre nós, o positivismo, cuja influência poderemos apenas apreciar pelo lema em nossa bandeira e pelos vultos históricos responsáveis pela implantação da república no Brasil.

Já Henrique Morize foi cientista de outro tipo, da mesma forma que foi outra a sua formação. Dedicava-se ele à Física Experimental, tendo organizado o laboratório da Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Em 1898 escreveu tese sobre “Descarga em Gases Rarefeitos”, que constituía na época novo e palpitante assunto. Organizou também os serviços de meteorologia, mas se destacou mais pelo ensino que ministrou e pela organização que imprimiu aos locais em que trabalhou do que propriamente pela pesquisa científica.

Como se vê, o que se fez no Brasil teve origem na capacidade de vultos singulares, que não encontravam apoio por parte do meio em que viviam. Além dos nomes que apresentamos, outros poderiam ser acrescentados, mas, em qualquer dos casos, sempre houve indiferença, ou mal disfarçada hostilidade do meio, como uma importante barreira a ser vencida. Somente com a fundação das Faculdades de Filosofia é que se começou a alterar esse panorama. Teve-se o cuidado de chamar professores estrangeiros para

ministrar os cursos que então se iniciavam. Não seremos nunca suficientemente gratos aos administradores de então, pela orientação que imprimiram aos trabalhos que se iniciavam. Não fizessem assim e teríamos, nas novas faculdades, simples continuação do ambiente que até então existia. Foi assim que vieram para o Rio de Janeiro e para São Paulo professores italianos e alemães, que mudaram totalmente o nosso ambiente científico. Até a volta desses professores à sua pátria, por causa da segunda guerra mundial, o seu trabalho conseguiu formar brilhantes alunos, que foram capazes de substituí-los. Na ocasião a situação internacional mudara também e foi possível fazer com que esses alunos completassem os seus estudos em universidades estrangeiras. Começou a ser formado o núcleo que serviu de origem à Física que encontramos atualmente no Brasil. Com todos os seus erros, reflexos de suas características pessoais, eles muito contribuíram para a situação de progresso, que já se começa a esboçar. Apenas para termos uma idéia do que estamos dizendo, vamos apresentar alguns números. Alguns afirmam que as estatísticas constituem uma forma sofisticada de apresentar uma mentira. Deixando de lado a irreverência contida na afirmação, vamos usar um critério que pode ser discutido, mas que constitui, em nossa opinião, uma boa indicação de que, pelo menos o interesse pela Física aumentou no Brasil, especialmente nos últimos anos. Vamos aos números. Na lista que agora apresentamos citamos os números de membros brasileiros da American Physical Society, de acordo com o boletim da mesma Sociedade. Teremos:

em 1948 ,	5 membros
em 1951 ,	22 membros
em 1955 ,	22 membros
em 1958 ,	19 membros
em 1962 ,	27 membros
em 1968 ,	20 membros
em 1975 ,	75 membros

Vemos, examinando esta lista, que era muito pequeno o número de membros da sociedade, logo após o fim da segunda guerra mundial, quase todos constituindo o núcleo a que nos referimos antes. Desde então o número se manteve em torno de 20. Em 1975, no entanto, observamos uma alteração substancial porque passamos para 75, isto é, o número de membros da sociedade é aproximadamente multiplicado por quatro. É, sem dúvida alguma, uma indicação de que novas condições se estabeleceram no Brasil, não ocorrendo mais aquela triste situação de século passado.

Depois a situação passou por outra significativa alteração com a constituição do Conselho Nacional de Pesquisas e a fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Podemos dizer, sem medo de cometer erro, que ambas se devem às descobertas de Cesar Lattes, que tiveram, na época, grande publicidade. Há um nome que hoje está esquecido, porque a memória e a capacidade de gratidão dos homens não são moedas de fácil trânsito. Referimo-nos a Lourenço Borges. Tratava-se de jornalista que trabalhava no jornal “A Noite” e que estudava muito, dados os seus interesses pela teosofia. Foi o seu decidido e desinteressado apoio que tornou possível a publicidade a que nos referimos acima, e que deu origem aos dois órgãos que citamos. Também não podemos deixar de lembrar o auxílio poderoso e eficaz que trouxeram Álvaro Alberto e Joaquim da Costa Ribeiro. É

sem dúvida com toda a justiça que se associa o nome de Álvaro Alberto à usina nuclear de Angra dos Reis.

A ocasião em que surgiu o Conselho Nacional de Pesquisas era a melhor possível. A guerra terminara, as explosões no Japão causavam um sentimento de perplexidade e temor em toda a sociedade. Americanos e russos examinavam todos os pontos da Alemanha à procura de cientistas que pudessem levar para os seus países, a fim de que fornecessem o que hoje chamamos de um modo um tanto pedante de *know-how*. Foi a época em que a ciência começou a ter, perante o grande público, uma situação de respeitabilidade que não encontramos, infelizmente, hoje com a mesma intensidade. Atualmente chegam alguns a discutir o valor da ciência, perguntando se o mundo não teria sido melhor sem o seu progresso. Na época, no entanto, não se pensava assim. Os governos procuravam formar o maior número possível de Físicos. Criava-se um ambiente em que tudo levava ao estímulo do estudo da ciência; fazia-se tudo o que era possível para o seu desenvolvimento. Não se lembravam, então, da possibilidade de haver número de físicos superior às necessidades. Lembro-me de que determinado país era muito elogiado porque possuía no exterior trinta mil bolsistas. Hoje este mesmo país se vê obrigado a exportar os seus cientistas, por falta de emprego. Na época, no entanto, o estado de euforia não permitia a menor preocupação com esta possibilidade. O Brasil, em particular, que então começava a dar os seus primeiros passos, não precisava ter a menor preocupação com esses problemas. Não falávamos então em mestres ou em doutores. Os cursos eram dados em menos tempo, embora com alguma deficiência. A situação atual é bem diferente e curiosa. Os cursos de graduação apenas servem de base e devem ser continuados com os de mestrado e doutorado. Ao terminar o curso de graduação, o aluno, uma vez não conseguindo emprego, continua a estudar, mesmo que não tenha a necessária vocação para a pesquisa. É evidente que isso somente pode levar a uma situação de saturação. As nossas indústrias não são capazes de absorver todos os mestres e doutores que se formam. Eles se vêm, assim, obrigados a permanecer nas Universidades, formando outros mestres e doutores, os quais por sua vez continuarão a fazer o mesmo. Em alguns estados já se começa a observar esta saturação, não se encontrando nas universidades empregos para mestres. Esperemos que a situação seja resolvida pelas autoridades competentes, de modo que não se venha a encontrar aqui o problema do desemprego de cientistas que se observa em alguns países e que é proclamado em todos os números da revista americana *Physics Today*.

Com a fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas ocorreram fatos interessantes: houve um deslocamento do centro de gravidade da Física de São Paulo para o Rio de Janeiro. Antes de sua fundação não havia praticamente nenhum estudo sistemático de Física no Rio de Janeiro, com métodos modernos, embora em São Paulo, graças ao trabalho de G. Wataghin houvesse este ambiente. Como conseqüência das novas condições oferecidas, alguns Físicos de São Paulo vieram para o Rio de Janeiro e cientistas estrangeiros passaram a vir trabalhar aqui. Foi para o Rio de Janeiro, por exemplo, que vieram Richard Feynmann e Cecille Morette. O primeiro teve tanto destaque em Física que ganhou o prêmio Nobel. Interessou-se muito pelo Brasil e esteve aqui em várias ocasiões, tendo permanecido, certa vez, durante um ano inteiro. Aqui mostrou interesse pela nossa música, em especial pelo baião, gostou muito do carnaval, tendo desfilado em uma escola de samba. Era homem profundamente interessado pelo progresso do ensino

de Física, dava as aulas a professores e alunos, embora o seu português deixasse muito a desejar. Para compreender a importância que ele tem em Física basta lembrar que o célebre físico russo Kapitza lamentou certa vez que a Rússia não possuísse nenhum Físico de nível igual ao de Feynmann. É um tipo curioso. Certa vez, perguntado ao professor M. Schein como Feynmann era encarado nos Estados Unidos, disse ele, em tom de desculpa, que, mesmo para os americanos, Feynmann parecia ser esquisito. Uma prova disto é que ele nunca foi presidente da American Physical Society, apesar do renome de que goza entre os cientistas. Cecille Morette, que veio na mesma ocasião, destacou-se depois pela direção de cursos de verão em Les Houches.

A partir de então a pesquisa passou a ser feita de modo sistemático. Convidaram-se físicos estrangeiros de renome, entre os quais posso citar Wigner, que aqui esteve por ocasião de um simpósio de física, Mössbauer, Yang e muitos outros. Na ocasião começaram a ser estudados, de forma regular os últimos trabalhos efetuados no estrangeiro. Deixou de haver, assim, o hiato entre a realização do trabalho e o conhecimento que dele tínhamos. Os pesquisadores que para aqui vinham não se limitavam a fazer conferências brilhantes, para voltarem depois rapidamente para os seus países de origem. Eles passaram a trabalhar conosco. Isto ocorria no domínio teórico e no domínio experimental. Por exemplo, um íntimo colaborador de Enrico Fermi, J. Anderson, passou muito tempo nessa situação. Ele e muitos outros.

Depois surgiram outras entidades particulares com finalidades análogas, como o Núcleo de Estudos e Pesquisas Científicas do Rio de Janeiro, o Instituto de Física Teórica de São Paulo. Ali se realizam trabalhos de pesquisas, como as que ocorrem nas universidades, sem as dificuldades inerentes às tarefas didáticas. Existem outras dificuldades mas preferimos não discutí-las, examinando apenas o que ficou de positivo de todo o trabalho.

Passou-se a ter uma sensível modificação no modo de encarar a ciência entre nós. A exemplo do que já se fazia no setor da medicina, no Instituto Oswaldo Cruz, a procura de novos conhecimentos e não a simples retenção do que já existia e estava nos livros passou a ser a preocupação de todos. Deixou de haver, assim, uma atitude que, infelizmente ainda se encontra entre nós, da pessoa que sente orgulho no conhecimento pelo conhecimento. A aplicação passou a ser o objetivo e a aquisição do conhecimento se justificaria se dela resultasse algo de novo. É de certo modo o que hoje se procura estender à parte puramente tecnológica.

Nas conferências que se seguirão os senhores encontrarão as respostas adequadas, no caso tecnológico.

Um aspecto que não foi abordado, mas que tem a maior importância, é o da formação de pesquisadores. Bem sei que muitas pessoas discordarão do que vou dizer, mas a verdade é que a pesquisa científica não pode resultar do simples desejo de fazê-la. O problema da vocação existe aqui, da mesma forma que em outras atividades. O que é preciso é aproveitar as verdadeiras vocações e ministrar-lhes os necessários conhecimentos. A pesquisa científica é uma atividade peculiar, que não podemos realizar como outras, em horas certas, com o relógio de ponto a comandar as tarefas. O pesquisador pode estar aparentemente sem fazer nada até o momento em que surgem concepções capazes de

permitir que ele resolva o problema que o preocupa. J. Hadamard tem um livro sobre a investigação em matemática em que destaca este aspecto da pesquisa; H. Poincaré descreve, em um de seus trabalhos, como lhe ocorreram certas concepções que serviram para resolver alguns de seus problemas. A pesquisa científica sempre deve resultar da iniciativa do pesquisador, depende de seus conhecimentos prévios, de motivações estéticas ou de outro caráter, que talvez nem ele mesmo seja capaz de explicar. Como afirmou Einstein, a curiosidade científica é uma planta delicada que deve ser cultivada com muito carinho. Ela sofre o perigo de desaparecer se for submetida a métodos severos; ela deve corresponder aos anseios do pesquisador e sua utilidade não pode ser medida por padrões fixos e bem estabelecidos. Por exemplo, Lord Bertrand Russel estudou, durante dez anos, os fundamentos da Matemática, juntamente com Whitehead. Ele foi levado a realizar esse trabalho após meditação sobre dificuldades conceituais que encontrou nos referidos fundamentos. Como se tratava de homem de posses, conseguiu realizar os trabalhos com os seus próprios meios. Ele recorda em sua autobiografia que a ele coube a tarefa de escrever, já que Whitehead vivia muito ocupado com suas obrigações didáticas. Pois bem, após dez anos de trabalho B. Russell teve um prejuízo de cinqüenta libras. É um caso muito curioso que nos faz pensar sobre as gratificações que resultam dos trabalhos científicos. Ainda hoje sabemos que as revistas científicas, com poucas exceções, exigem que os autores declarem, na carta de apresentação do artigo, explicitamente, quem será responsável pelo pagamento da publicação do trabalho.

A recompensa do autor consiste em ver o trabalho publicado em revista importante, mas ele além de nada receber pela publicação paga, poderá viver de seu salário universitário, poderá conseguir auxílio de diversas instituições para a realização do trabalho científico, mas o seu lucro ficará limitado a isto. Mesmo depois de publicado o trabalho, podem ocorrer preocupações como as que ocorreram a Bertrand Russel. Conta ele que sonhou que, passados cem anos, uma bibliotecária precisava jogar fora uns livros e ia acompanhando as estantes até chegar ao que tinha custado a ele dez anos de cansativo trabalho. Pegou o livro, examinou-o e hesitou sobre o que fazer...

A salvação de Russel foi que ele acordou na ocasião da dúvida da bibliotecária. Certo autor critica tomando como base o trabalho de Russel e Whitehead, os métodos que empregam as entidades oficiais e particulares que distribuem auxílios aos cientistas. Imaginem que eles se tivessem dirigido a uma dessas instituições, apenas afirmando que não se sentiam satisfeitos com a forma em que se baseavam os princípios da matemática. Imaginem, ainda mais, que, ano após ano, eles fossem incapazes de apresentar um resultado satisfatório. Convém lembrar que, ainda no fim do trabalho, Russell encontrou dificuldades que quase invalidaram todo o trabalho. Se, repetimos, no fim de cinco anos os autores continuassem a pedir auxílio para a realização do trabalho e se os pedidos se prolongassem por dez anos, cremos que dificilmente eles teriam conseguido terminar o trabalho. Não podemos deixar de assinalar que os critérios de avaliação, os processos de aferição, do progresso de um trabalho científico são muito difíceis.

Quando Lagrange formulou a Mecânica Analítica, houve situação de certo modo análoga, porque se reproduziam, por outro processo, resultados que já se conheciam. O mesmo ocorreu com as equações de Hamilton. Ninguém discute hoje a utilidade desses

processos de cálculo, mas a aceitação ocorre porque, após muitos anos, foi possível encontrar aplicações importantes para as equações e o poder do processo de cálculo, bem como a sua profundidade, foram compreendidos em toda a sua extensão.

Creemos que os exemplos acima servem para mostrar o carinho com que devem ser recebidas as novas concepções, mesmo que às vezes elas aparentemente apresentem pouca utilidade prática. Não nos referimos, obviamente, aos trabalhos realizados por pessoas perturbadas mentalmente, nem aos trabalhos que apresentem erros fundamentais. Referimo-nos aos que introduzem concepções novas e aos que aparentemente não trazem qualquer modificação de interesse imediato.

Relativamente à apreciação de um trabalho e à sua formulação, ocorre uma situação muito importante, que merece a nossa atenção neste momento. O pesquisador iniciante procura o auxílio do que tem mais experiência e que pode orientá-lo em suas dificuldades. Esperamos que o mais velho tenha, em virtude de sua experiência, cometido erros triviais e que possa evitar que o mais novo seja obrigado a cometer os mesmos erros. Supomos, ainda, que, em virtude de sua maior experiência, o orientador seja capaz de recomendar o estudo de assuntos mais importantes, evitando que o iniciante venha a percorrer caminhos trilhados por outros, assuntos, enfim, bem conhecidos.

Esta atitude, no entanto, é um pouco pretensiosa, já que não existem, efetivamente, assuntos esgotados. Ainda recentemente tivemos um exemplo no trabalho de Dirac que abordou importante problema de Mecânica Analítica, matéria que parecia inteiramente esgotada, sob todos os aspectos. É uma situação que nos faz lembrar a afirmação de um físico do fim do século passado, que dizia que tudo o que era importante já fora descoberto, o trabalho dos físicos daí em diante limitando-se apenas a acrescentar uma casa decimal às medidas que já estavam feitas.

Como uma conseqüência da necessidade que tem o iniciante de se apoiar em alguém mais capacitado, o que é obrigatório em cursos de mestrado e doutorado, ocorre uma situação que é humanamente compreensível, mas que não nos parece honestamente defensável. O orientador passa a assumir uma atitude de ditatorial superioridade, não deixando que o orientado siga o caminho que ele mais aprecia e que é ditado, como já dissemos, por sua formação e por sua motivação. A verdade é que se o pesquisador iniciante não for capaz de, durante certo tempo, encontrar o seu próprio caminho, então é certo que lhe falta alguma coisa. Lord Rutherford, chefe do laboratório de Física da Universidade de Cambridge, afirmava que o pesquisador que não tinha nenhuma idéia nova após dois anos de permanência em seus laboratórios, deveria desistir de trabalhar em Física.

Todas estas considerações devem ser levadas em conta ao tentarmos fazer alguma programação de pesquisa em Física e parecem óbvias, mas são, na maioria dos casos, esquecidas, ou ignoradas.

Um outro ponto sobre o qual gostaríamos de dizer alguma coisa é o que se refere ao assunto a ser escolhido para o trabalho científico. Logo após a segunda guerra mundial foram destruídos importantes aparelhos no Japão, mas isso não impediu que eles continuassem a trabalhar em Física. Apenas mudaram o enfoque da pesquisa e passaram

a dedicar o seu tempo à Física Teórica. Tiveram, no meio das dificuldades de então, a sorte de ver o prêmio Nobel concedido ao físico japonês Yukawa. Construíram o Yukawa Hall como base de estudos e passaram a trabalhar ali e em inúmeros outros locais, de acordo com as possibilidades de então. Não é preciso, cremos, falar sobre os esplêndidos resultados obtidos. Hoje encontramos, no Brasil, importantes centros de pesquisas em S. Carlos, Campinas, Porto Alegre, Belo Horizonte, etc. São realizados trabalhos teóricos, experimentais, tecnológicos. É positivo observar que se trabalha seriamente em assuntos importantes em diversas partes de nossa pátria. Algumas considerações parecem-nos oportunas, em relação ao trabalho feito entre nós. Em geral o físico brasileiro que vem do estrangeiro volta deslumbrado com as imensas máquinas que teve ocasião de encontrar e vem bastante impressionado com as condições de trabalho dos cientistas dos países mais adiantados. Sem tomar muito cuidado, procura transplantar, para o Brasil, tudo o que viu lá fora. Deslumbrado, esquece-se de que vive no Brasil. O resultado é que procura, imediatamente, adquirir instrumentos caríssimos que, em alguns casos, permanecem muito tempo desmontados e que às vezes se tornam ultrapassados, quando montados. Em outros casos, os aparelhos têm manutenção caríssima e os resultados, são muito inferiores ao que poderíamos esperar de tão altas despesas.

Ainda recentemente tivemos ocasião de ouvir uma palestra interessantíssima de um físico argentino, radicado na Venezuela, que procurou dar ênfase à necessidade de procurarmos realizar, no Brasil, pesquisas de acordo com o nosso desenvolvimento. Desculpem se estamos fazendo alguma repetição mas achamos essencial o assunto. Não nos devemos deixar levar, afirmava ele, pelo que se passa nos países desenvolvidos, porque lá são diferentes as condições de trabalho. Infelizmente não estamos ao lado das máquinas que fornecem os últimos resultados; só recebemos informações atrasadas que já foram, em muitos casos, estudadas e discutidas detalhadamente pelos que trabalham junto dos referidos aparelhos. Um processo que se utiliza com muita freqüência entre nós consiste em resolver o problema por meio de viagens, fazendo uma espécie de turismo científico.

Um bom exemplo de trabalho realizado de acordo com o que aconselhou o físico argentino é o que se refere ao fenômeno descoberto por Joaquim da Costa Ribeiro. Na década de quarenta ele mostrou que se separavam cargas elétricas na mudança de fase de um dielétrico, na qual intervinha a fase sólida. Escreveu, como resultado, uma tese que o levou a conquistar brilhantemente a cátedra da Faculdade de Filosofia. A pesquisa tinha características adequadas ao nosso país, pois não exigia o emprego de elaborados aparelhos. O trabalho foi continuado por alguns físicos brasileiros dentre os quais podemos destacar A. Dias Tavares, S. Mascarenhas e E. Rodrigues e deu origem a efeitos correlatos descobertos por A. Dias Tavares. Infelizmente eles ficaram enterrados durante muitos anos no imenso cemitério que é a língua portuguesa. A atividade séria, no entanto, aparece mais cedo ou mais tarde. Foi o que ocorreu com os trabalhos que estamos considerando. Ainda certamente um físico alemão, Peter Eyrez deu-se ao cuidado de mandar verter para o alemão o que se encontrava em português, escreveu um extenso trabalho contendo tudo o que se fez no Brasil e publicou na revista *Adv. Colloid and Interface Science*. O que precisamos fazer, pois, é utilizar os aparelhos de que dispomos, mesmo que eles sejam despretensiosos, e empregar a imaginação, a capacidade criadora e a habilidade experimental, como armas eficazes na procura da verdade.

Para finalizar, é conveniente que se acentue que são a modéstia, a honestidade e não o vedetismo que devem prevalecer em nossos trabalhos.

Era o que tinha a dizer. Agradeço a atenção com que me ouviram e a enorme paciência que demonstraram.