

Situação da Investigação em Física em Portugal *

F. BRAGANÇA GIL*, J. SOUSA LOPES^o, M. LARANJEIRA,^x L. MENDES VICTOR*

* Laboratório de Física, Faculdade de Ciências de Lisboa

o Laboratório de Física e Engenharia Nucleares, Sacavém

x Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

Faz-se uma breve referência à história da Física em Portugal, desde os Descobrimentos até o presente. Apresenta-se um quadro da situação actual: Instituições, investigadores e suas qualidades, instalações e infraestruturas, equipamentos principais, verbas dispendidas. Referem-se as estruturas de decisão e coordenação da actividade de Investigação em Física e apresentam-se algumas perspectivas de desenvolvimento.

1. ESBOÇO HISTÓRICO

É talvez um pouco arrojado — dada a ausência de estudos prospectivos rigorosos e até de critérios que possibilitassem uma análise segura — vir aqui apresentar uma comunicação sobre a situação da investigação no domínio da Física, em Portugal. As considerações que se seguem não pretendem, assim, ser mais do que uma tentativa de fomentar uma reflexão em comum acerca de um problema que não tem sido convenientemente estudado entre nós, nem pelos próprios profissionais directamente nele implicados nem pelos órgãos de decisão nos sectores da actividade nacional que directa ou indirectamente beneficiam — ou sofrem as consequências... — da situação em que se encontra a actividade no domínio da Física entre nós.

Comecemos, entretanto por relembrar que a investigação no domínio das Ciências Físicas começou, em Portugal, em épocas tão recuadas como nas demais nações da Europa tocadas pelo alvoroço renascentista.

Data, com efeito, do século XVI uma intensa actividade de observação da natureza que acompanhou as viagens dos navegadores portugueses, nela se incluindo por exemplo — no que respeita à física — os primeiros estudos experimentais sistemáticos da variação do campo magnético terrestre realizados, entre outros, por João de Lisboa e D. João de Castro. E pensamos que constitui um indício revelador da ambiência científica que, por

* Comunicação apresentada à 1.ª Conferência Nacional de Física (Lisboa, Fevereiro de 1978), inserida no tema *Física na Indústria e na Sociedade*.

essa altura, existiria na Península Ibérica, o facto de o próprio Galileu se ter proposto vir para aqui trabalhar, concretamente em Lisboa ou Sevilha, como foi explicitamente declarado pelo fundador da física moderna em carta datada de Florença em 25 de Dezembro de 1617.

Com o declínio das descobertas transoceânicas e o ambiente político-cultural que se lhe seguiu, decaiu também essa actividade científica no campo das ciências da natureza. Chegaram, entretanto, até nós, alguns nomes prestigiados na época em que viveram, tais como Pedro Margalho que foi professor da Universidade de Salamanca e escreveu um compêndio de física, bem como o seu contemporâneo Álvaro Tomás, autor de um tratado de física e professor da Universidade de Paris.

Foi, contudo, muito reduzida a actividade de investigação e ensino da física nos séculos posteriores apesar das reformas pombalinas que trouxeram até nós o físico italiano Giovanni dalla Bella. Inicialmente professor do Real Colégio dos Nobres, em Lisboa, passou dalla Bella a ensinar na Universidade de Coimbra, após a profunda remodelação de estudos de que esta beneficiou com a reforma mandada executar pelo Marquês de Pombal. Por essa altura criou-se um excelente Gabinete de Física — primeiro naquele Colégio e posteriormente transferido para Coimbra — de que se podem ainda hoje admirar algumas peças no infelizmente abandonado Museu de Física da Universidade de Coimbra.

Não deixou, no entanto, traço apreciável na História da Física a actividade desse laboratório. Também não basta, para que se possa afirmar a existência, com continuidade, de uma actividade de investigação em Física no nosso País as algumas — poucas — referências de trabalhos portugueses que podem ser encontradas nas «Philosophical Transactions» de Londres, nos «Comptes Rendes» de Paris ou nos Anais da Academia de Ciências de Lisboa. Parece, contudo, que Portugal não constitui, inteiramente, uma excepção ao movimento de curiosidade perante a descoberta da natureza que se generalizou, na Europa nos séculos XVIII e XIX. É indício desse facto a existência, em Portugal, de diversos construtores de equipamento científico, sobretudo para a Física e Astronomia, de cujas realizações chegaram até nós diversas notícias e, até, algumas das suas belas realizações e mesmo invenções.

Passando aos tempos actuais, julgamos não errar afirmando que a existência de uma actividade de investigação fundamental em Física no nosso País — com uma continuidade sempre mantida até hoje — se iniciou na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, sob o impulso decisivo de Cyrillo Soares, então director do Laboratório de Física dessa Faculdade. Data, com efeito, de 1929 o início da acção do Prof. Cyrillo Soares nesse sentido, tendo efectivamente sido começados trabalhos de investigação no domínio da espectrografia de raios X seis anos depois. A existência oficial do Centro de Estudos de Física da Universidade de Lisboa só foi, contudo,

reconhecida em 1940, no âmbito dos centros de investigação do Instituto de Alta Cultura.

Pouco depois (1943) nascia aí a revista *Portugaliæ Physica* como órgão de difusão dos trabalhos científicos dos físicos portugueses e, dois anos após, surgia ainda no Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa, a revista de divulgação e ensino, *Gazeta de Física*.

Em 1952 é criada a Comissão Provisória de Estudos de Energia Nuclear que originou dois anos mais tarde a Comissão de Estudos de Energia Nuclear do Instituto de Alta Cultura. Esta Comissão tinha como objectivo promover o estudo das Ciências Nucleares e promover a preparação de pessoal especializado nesse domínio com vista, em particular, à sua futura integração noutro organismo que igualmente surgiu oficialmente em 1954 — a Junta de Energia Nuclear.

Com a institucionalização da Comissão de Estudos de Energia Nuclear criaram-se diversos centros de pesquisa, quase todos eles localizados em laboratórios universitários. Assim, dentro do Grupo de Física daquela Comissão surgiram quatro Centros de Estudos dos quais um deles, instalado no Instituto Superior Técnico, constituía um Centro de Electrónica. Dos três restantes, dois foram, de facto, localizados em laboratórios de Física universitários (Coimbra e Porto), tendo ambos sido fundados em 1953. Apenas em Lisboa o Centro de Física da Comissão de Estudos de Energia Nuclear, criado um ano antes, foi instalado juntamente com uma «Secção de Radioisótopos», fora da Universidade, no Instituto Português de Oncologia.

No que respeita à Junta de Energia Nuclear, a sua institucionalização previu a criação de um Laboratório de Física e Engenharia Nucleares, cujas instalações próprias começaram a ser construídas em Sacavém, nos finais de 1956. Contudo, apenas cerca de cinco anos depois pôde o Laboratório ser inaugurado. Neste Laboratório, a Física encontrava-se inicialmente localizada no «Serviço de Física» e no «Serviço de Reactores Nucleares». Presentemente a investigação em Física encontra-se na Unidade de Ciências Nucleares constituída por três Grupos: Física Atómica e Nuclear, Física dos Neutrões e Física dos Plasmas, e na Unidade de Reactores Nucleares (Física de Reactores).

Uma outra instituição portuguesa extra-universitária de investigação no domínio da física fundamental, o Instituto de Física e Matemática, foi criada por decreto, em 1966, por iniciativa do Instituto de Alta Cultura. O seu funcionamento não foi, contudo, nunca regulamentado, embora o decreto que o instituiu estabelecesse que isso deveria ser feito no prazo máximo de seis meses. Após a recente reestruturação da investigação científica no âmbito do Instituto Nacional de Investigação Científica, aquelas instalações são utilizadas pelo Centro de Física da Matéria Condensada, adiante referido, além de um Centro de Matemática, um Centro de Documentação Científica e... um grupo de Biologia. Posteriormente à construção das instalações do I.F.M., um novo e magnífico edifício, em parte

dedicado à investigação em física, foi construído por iniciativa do I.A.C., desta vez no âmbito de uma escola superior, o Instituto Superior Técnico. Foi destinado a alojar centros de investigação constituídos neste Instituto, tendo sido desenvolvido a partir de um pequeno pavilhão construído, com o apoio financeiro da Fundação Calouste Gulbenkian, no seguimento da constituição do Centro de Espectrometria de Massa e Física Molecular da Comissão de Estudos de Energia Nuclear, anteriormente referida.

Aquele edifício, conhecido por Complexo Interdisciplinar, aloja hoje, no que respeita à Física, dois Centros do INIC, o de Electrodinâmica e o de Física Molecular.

Pela sua grande importância e considerável tradição entre nós, lembramos ainda—embora muito sumariamente— as actividades referentes a um domínio particular da Física — as Ciências Geofísicas. No âmbito destas, a meteorologia começou a desenvolver-se nos meados do século XIX, após o reconhecimento da sua importância económica, com a publicação das «Cartas dos Ventos e das Correntes», da autoria de Matthew Maury, que permitiram uma redução considerável na duração média das viagens por meio de veleiros. Desde muito cedo Portugal procurou acompanhar os estudos técnico-científicos respeitantes à meteorologia tendo-se criado, em 1854, na Escola Politécnica de Lisboa, sob o impulso de D. Pedro V, o Observatório do Infante D. Luís que, passados poucos anos, tomava o carácter de serviço meteorológico nacional, dirigindo a execução de todos os trabalhos de meteorologia em terra e no mar, na metrópole e nas colónias, reunindo e publicando os resultados das observações.

No Observatório do Infante D. Luís as observações meteorológicas iniciaram-se logo em Outubro de 1854, tendo as observações geomagnéticas sido iniciadas em Julho de 1857. Por sua vez, a Universidade de Coimbra via instalado, em 1864 um Observatório meteorológico e magnético. No que respeita às observações sismográficas, elas só tiveram início após o abalo sísmico de 23 de Abril de 1909, conhecido pelo terramoto de Benavente.

A partir de 1901, deu-se uma dispersão progressiva dos serviços meteorológicos em Portugal, até então a cargo do Observatório do Infante D. Luís, motivada por necessidades particulares de alguns departamentos do Estado que criaram os seus próprios serviços neste domínio. Esta inconveniente dispersão levou a que, em Agosto de 1946, fosse criado o Serviço Meteorológico Nacional, substituído trinta anos depois pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Contudo as Universidades de Coimbra, Lisboa e Porto continuaram a dispor dos seus próprios Institutos Geofísicos, anexos às respectivas Faculdades de Ciências, funcionando como estabelecimentos de ensino e de investigação.

Presentemente a investigação no domínio da Física situa-se nos Centros do INIC (6 em Lisboa, 2 em Coimbra, 1 no Porto, 1 em Aveiro), no LFEN e no INMG, sendo cobertas algumas das principais áreas da física

contemporânea, nomeadamente, a Física Atómica e Nuclear, a Física Molecular, a Física da Matéria Condensada, a Física dos Plasmas e a Geofísica.

2 SITUAÇÃO ACTUAL

2.1 Pessoal investigador e qualificações académicas

O número total de investigadores em Física (referido a 1 Jan. 78) nos Centros do INIC, LFEN e INMG é de cerca de 206, dos quais 78 têm o grau de Doutor. Na área de Lisboa concentram-se 67% destes investigadores, em Coimbra 18%, no Porto 12% e em Aveiro 3%; os respectivos quantitativos são os seguintes:

	<i>Dr.</i>	<i>Lic.</i>	<i>Tot.</i>
Lisboa	48	91	139
INIC	39	65	104
Outros	9	26	35
Coimbra	16	21	38
Porto	12	12	24
Aveiro	2	4	6
TOTAL	78	128	206

A estes números deverão juntar-se cerca de uma dezena de investigadores que prosseguem no estrangeiro a sua preparação.

As últimas estatísticas globais sobre investigação científica e tecnológica datam de 1972 (*Recursos em Ciência e Tecnologia*, JNICT 1974). Nessa altura o número total de investigadores portugueses era indicado como sendo de 2216. Parecendo que este número (aliás optimista, como o exame do documento citado mostra) não sofreu até hoje alteração apreciável, a percentagem que nele cabe à Física é da ordem dos 10%.

Mas trata-se de um número global extremamente baixo: o número de investigadores por 10 000 habitantes é em Portugal, de cerca de 2,7 contra, por exemplo, 11,5 em França, 19,3 na Dinamarca, 10 na Hungria, 13,3 na Bulgária, 9,7 na Bélgica. Embora sejam de admitir pequenas diferenças devidas à forma como os diversos países estabelecem a sua classificação, o desnível é gritante. Precisamos urgentemente de multiplicar os nossos números por um factor de 4!

2.2 Os «grandes equipamentos»

O equipamento científico existente determina em larga medida as áreas do trabalho experimental. Procura-se aqui dar uma breve indicação do equipamento principal (unidades de custo elevado ou conjuntos de unidades destinadas prioritariamente a determinadas aplicações) instalado nos diversos laboratórios.

A grande maioria deste equipamento está concentrada na área de Lisboa. Nos Centros instalados na Faculdade de Ciências de Lisboa existe um apreciável conjunto de equipamento para Física Atómica e Nuclear, sendo de destacar os detectores de estado sólido e equipamento electrónico associado para análise e tratamento de dados, além de um espectrómetro magnético e de três instalações de raios X. Ainda na mesma Faculdade, no domínio da Geofísica, deve destacar-se o conjunto de sismógrafos e material associado, bem como equipamento para medições ópticas da atmosfera instalados no Instituto Geofísico.

Nos Centros instalados no Complexo Interdisciplinar, merece especial referência o conjunto de equipamento para estudos de Física Atómica e Molecular com feixes moleculares, o equipamento para estudo das interações feixes-plasmas, e o novo conjunto de equipamento destinado à microelectrónica.

No Centro de Física de Matéria Condensada (Lisboa) deve mencionar-se a instalação para medições de ressonância magnética nuclear e o conjunto de equipamento associado à espectrometria Raman.

No LFEN, Sacavém, merecem particular destaque o reactor nuclear, os aceleradores de partículas, o conjunto de equipamento para estudo de plasmas por espectroscopia óptica, o espectrómetro de tempo de voo para neutrões, e o conjunto de detectores de radiação e equipamento associado para análise e tratamento de dados.

Em Coimbra, deve fazer-se referência a instalação de raios X e equipamento associado para estudo de materiais.

No Porto, está instalado um liquefactor de hélio, susceptível de fornecer hélio líquido aos restantes laboratórios nacionais, e existe um conjunto de equipamento para medições de propriedades dos materiais a muito baixas temperaturas.

O valor global dos equipamentos referidos é de algumas dezenas de milhares de contos. Mas muito deste equipamento precisa de ser completado, outro substituído por equipamento mais moderno. Na falta de um investimento continuado, o parque de equipamento para investigação em Física tornar-se-á obsoleto em muitos sectores no futuro próximo. Raro é o problema de investigação experimental cuja solução não exige mais esforço em Portugal do que nos países mais desenvolvidos, onde os físicos têm acesso a equipamento mais moderno e sofisticado. Apesar disto os físicos portugueses têm, frequentemente, produzido trabalho de nível internacional.

2.3 Infraestruturas

Instalações. As instalações existentes são geralmente satisfatórias para o pessoal existente, havendo contudo duas excepções evidentes: a dos Centros instalados nas Faculdades de Ciências de Lisboa e do Porto. Todavia, a necessária e urgente expansão em pessoal científico exige a construção de novos locais de trabalho mesmo para os Centros que hoje têm instalações consideradas satisfatórias. No caso particular de Lisboa, parece-nos que a criação de um Instituto de Física no âmbito das Universidades de Lisboa, a edificar na Cidade Universitária dentro de um complexo que inclua o edifício do ex-IFM, é a solução a que naturalmente se chegará utilizando critérios de rendibilidade e eficácia.

Oficinas. No que respeita a oficinas mecânicas existem algumas bem equipadas, mas a que urge dar rendibilidade por admissão de novo pessoal qualificado, bem como por um esforço de coordenação de modo a poderem corresponder em tempo útil às solicitações dos diversos utentes.

Relativamente à electrónica, técnica essencial para a investigação experimental em Física, quer no que respeita à manutenção de equipamento, quer quanto ao projecto e construção de nova aparelhagem, ou de aparelhagem que sendo actualmente importada possa ser substituída por equipamento produzido em Portugal, a situação é igualmente deficiente. Merecem contudo referência os esforços feitos no LFEN e no Centro de Física da Universidade do Porto que, todavia, não podem, obviamente, satisfazer as solicitações dos diversos laboratórios de Física.

Quanto a oficinas de vidro, deve afirmar-se que são claramente insuficientes as existentes, quer em equipamento, quer em pessoal especializado. É sintomático que o número de especialistas de vidro tenha diminuído apreciavelmente durante os últimos anos, correndo-se seriamente o risco do seu desaparecimento se, entretanto, não forem tomadas medidas que invertam a situação. A necessidade de se criar uma escola de vidro num dos centros vidreiros do país, em ligação com centros científicos, transcende o interesse exclusivo da Física já que é grande o volume de equipamento de vidro utilizado nos mais diversos domínios científicos e tecnológicos.

As condições actuais são, pois, insatisfatórias em todos os domínios considerados. E, contudo, o problema da existência de boas oficinas nos centros de investigação transcende o interesse específico desses centros. Com efeito os trabalhos realizados nessas oficinas são significativos para a inserção na indústria de tecnologias sofisticadas, já hoje utilizadas nos centros de investigação fundamental, podendo mesmo admitir-se que essas oficinas funcionem como centros de estágio e escola para pessoal técnico, como é habitual em muitos Centros de investigação estrangeiros.

Documentação. Como é óbvio, o trabalho de investigação e desenvolvimento carece de meios suficientes e expeditos de documentação. Neste aspecto, o novo Centro de Documentação do INIC poderá suprir eficaz-

mente algumas das deficiências actuais no acesso à informação, nomeadamente, pela ligação aos grandes centros europeus de informação computadorizada. Por outro lado, é necessário algum esforço de coordenação no sentido de um melhor aproveitamento dos recursos existentes, evitando, por exemplo, a duplicação desnecessária de algumas revistas e a falta de outras de significativo interesse.

Cálculo. A situação no que respeita ao cálculo automático é geralmente insatisfatória, em particular, pela falta de acesso, por meio de terminais locais, a computadores de potência adequada. Esperamos que o novo Centro de Cálculo do INIC, a instalar em Lisboa, venha suprir grande parte destas deficiências.

2.4 Verbas

Em 1977 o OGE previa cerca de 960 000 contos para I&D, ou seja 0,19% do PIB estimado. Nos países mais desenvolvidos esta percentagem chega a ultrapassar os 3%, o que poderá dar uma 1.ª comparação (15 vezes menos). Mas, limitando-nos a considerar a percentagem do PIB dedicado a I&D recomendado pela ONU em 1971 para países subdesenvolvidos — isto é 1% —, verificamos estar, pelo menos, 5 vezes abaixo desse valor. No que respeita ao caso concreto da Física estimamos em cerca de 9000 contos a verba gasta em 1977 em equipamento e despesas correntes: 4400 no INIC e o restante no LFEN e INMG. Contemplando um conjunto de cerca de 206 físicos, como citamos atrás, isto dá um valor per capita de 45 contos/ano. Recordemos, para comparação, que no ano de 1972, o valor per capita em Inglaterra — para o conjunto de todas as actividades, que não só a Física — foi de cerca de 100 contos — e que a Física é «mais cara» que muitas outras ciências.

2.5 Estruturação do sistema de investigação

A investigação em Física em Portugal, como transparece pelo que ficou dito, tem um carácter dominante de pesquisa fundamental, quer quando feita no âmbito universitário (casos dos Centros do INIC), quer quando realizada nas Instituições extra-universitárias. Nestas, apesar de existirem algumas ligações directas às actividades industriais, o trabalho dominante continua, de facto, a ser o da pesquisa fundamental, dando a estas Instituições, no que respeita à Física, um carácter para-universitário. Deste modo a investigação em física, principalmente na fase actual do desenvolvimento do país, não pode dissociar-se da Instituição universitária.

Verifica-se, contudo, que enquanto nos departamentos universitários se põe o acento tónico no ensino, a investigação é organicamente prosseguida em Centros, directamente dependentes do INIC, embora o pessoal investigador seja, na sua quase totalidade, membro dos departamentos

onde os Centros estão instalados. Esta situação é uma consequência dos modelos universitários que se estabeleceram nas Universidades tradicionais portuguesas. Esta particularidade — estruturas distintas de ensino e de investigação — ambas funções universitárias, recomenda que elas sejam coordenadas pelo mesmo departamento de Estado por forma a assegurar a coordenação e a interligação necessárias entre estes dois aspectos da vida universitária.

Todavia, uma vez articuladas as funções de ensino e de investigação, há que assegurar — qualquer que seja o modelo de Universidade — a coordenação a nível nacional da investigação de âmbito universitário. A investigação de carácter sectorial, geralmente dedicada à intervenção em sectores específicos, deverá ter os seus próprios órgãos de coordenação, normalmente inseridos nos respectivos Ministérios tutelares.

Actualmente a coordenação da investigação no âmbito universitário compete ao INIC. Na sua actual estrutura as decisões deste órgão governamental têm em conta pareceres de comissões consultivas sectoriais; parece-nos que isto é um facto positivo devendo, no entanto, reforçar-se o diálogo entre essas comissões e os Centros, por forma a que as Comissões possam, na perspectiva nacional que lhes compete, desempenhar eficazmente a sua missão. Nestas condições, a coordenação não corresponde a uma perda real da autonomia científica, mas sim a uma orientação de esforços que permite aumentar a rendibilidade global da investigação científica em conformidade com os meios humanos e materiais disponíveis. A especificidade da investigação de âmbito universitário aconselha a que o seu organismo coordenador não seja fundido com outros departamentos governamentais que se ocupam de investigação e desenvolvimento em áreas bem caracterizadas da economia e bem estar nacionais. A não ser deste modo, a acção que o INIC deve desenvolver na defesa e progresso da investigação de âmbito universitário ficaria perigosamente comprometida. Não se poderá afirmar entretanto que uma tal situação faça com que o INIC e a investigação que dele depende se fechem sobre si próprios. A existência de um Conselho Geral, como determina a lei orgânica do INIC, permite desde que o Conselho seja realmente actuante, a desejável ligação das actividades científicas que dele dependem com o exterior. Recordemos, com efeito, que além de outras entidades directamente ligadas ao INIC, às Universidades e ao MEIC, fazem parte desse Conselho Geral representantes de todos os departamentos governamentais directamente interessados na investigação científica, das organizações de trabalhadores científicos e das associações sindicais.

No que respeita à investigação extra-universitária, os órgãos de decisão encontram-se diversificados nos respectivos Ministérios tutelares. Ao contrário do movimento que se esboça no INIC, parece-nos que, aí, as decisões escapam, em grande parte, aos especialistas das diferentes matérias.

3. PERSPECTIVAS

A formação científica e técnica e a perspectivação dos nossos físicos profissionais carece, em muitos casos, de uma definição de base adaptada à realidade portuguesa. Planificar e definir prioridades, no que respeita à investigação em física implica, assim, o conhecimento de parâmetros que resultam de uma definição objectiva da sociedade portuguesa. Nestas condições, apenas poderemos avançar algumas considerações, que reputamos em larga medida independentes destes condicionalismos.

No estado actual da sociedade portuguesa, perspectivar o físico para as realidades presentes do país significa, em nossa opinião, dar-lhe uma formação científica suficientemente lata para que possa abranger a diversidade de tarefas em que é útil a sua intervenção e orientá-lo numa atitude profissionalizante. Não se pretende, contudo, excluir da formação do físico, como no de qualquer outro profissional de ciência básica, a problemática da ciência em que se está formando.

De contrário, o físico seria apenas um coadjutor subalterno das actividades tecnológicas; sem esta compreensão do papel que cabe às ciências ditas fundamentais, bem como da atitude mental que delas deriva, ficarão irremediavelmente comprometidos o desenvolvimento cultural e tecnológico e, bem assim, a própria independência nacional que deles advém.

Assim, a primeira observação que nos surge, antes de qualquer planificação, refere-se à necessidade da existência de uma investigação em física como condicionante de uma autêntica formação e atitude científicas susceptíveis de responder às solicitações das actividades em que esta ciência intervém.

Cabe, então, responder à pergunta: como se justifica a investigação em Física num país ainda não suficientemente desenvolvido?

Em primeiro lugar, pela necessidade de formação de profissionais para apoio à indústria e outras actividades produtivas. Deve, contudo, esclarecer-se aqui que a *investigação científica* no domínio da Física, com aplicação industrial directa é quase sempre muito limitada ou inexistente fora das grandes potências económicas. (Uma investigação em Física que conduza à resolução de problemas industriais envolve, em geral, projectos de grande fôlego que se desenvolvem ao longo de muitos anos e implicando despesas enormes; é, por exemplo, o caso de resolução do problema das carências energéticas ou o caso do desenvolvimento de semicondutores para electrónica).

Nas actividades produtivas fica, contudo, um amplo campo de acção para os físicos. Trata-se especificamente de:

a) Apoio científico a diversos sectores em que a problemática da Física é dominante. É o caso, por exemplo, da participação de Geofísicos em trabalhos de prospecção de recursos naturais, de construção civil, etc., bem como — para citar apenas outro exemplo — da utilização generalizada de profissionais de física sanitária, ainda quase inexistente entre nós em hospitais, clínicas e outros estabelecimentos de saúde.

b) Actividades de assessoria científica em problemas técnico-industriais que envolvam características específicas da formação de determinados especialistas em Física.

c) Controlo de qualidade de produtos e materiais.

Afigura-se-nos que a maior utilização potencial da física em actividades produtivas no nosso estágio de desenvolvimento diz respeito ao controlo de qualidade. Trata-se de uma ocupação que exige técnicos formados numa perspectiva de metrologia, dispendo de uma boa formação de base nas diferentes técnicas experimentais que a concretizam, e com uma versatilidade mental, um poder de adaptabilidade ao estudo de um problema concreto e uma atitude crítica, que só uma prática de investigação lhe pode fornecer. O controlo de qualidade não tem merecido, entre nós, a atenção que é necessário exigir a uma indústria que se pretende competitiva a nível internacional. Ele tem sido realizado — quando o é — por «curiosos» que, quase sempre rotineiramente, repetem «receitas» empíricas ou apressadamente aprendidas no exterior. É necessário que uma tal actividade seja reconhecida como uma profissão especializada e delimitada em relação à produção e à comercialização. Ela terá que ser desempenhada por profissionais como uma boa formação no campo da Física Experimental, numa perspectiva de resolução de problemas concretos, isto é, com uma atitude de investigador.

Parece poder-se afirmar que em todas estas actividades se necessita da colaboração de físicos que, ou são investigadores, ou tiveram uma formação que necessariamente passou por uma actividade de pesquisa científica.

Mas não se esgotam aqui as aplicações da investigação científica ao domínio da Física. Na realidade, temos que considerar um outro tipo de actividade profissional para que se exige pessoal altamente qualificado, o que pressupõe uma actividade de investigação. *Referimo-nos ao pessoal docente do ensino superior e médio.* Com efeito, há necessidade de preparar pessoal qualificado que ensinará a sua especialidade, não apenas a futuros físicos, mas a muitos outros técnicos superiores e médios para os quais a Física constitui uma das ciências de base em que assentam os conhecimentos tecnológicos onde se vão especializar. E não esqueçamos aqui a formação dos professores de física do ensino secundário que, sem uma orientação correcta em profundidade e em atitude face à ciência que ensinam, não estarão em condições de formar convenientemente os seus jovens discípulos. Haverá que despertar-lhes o interesse e a curiosidade por uma ciência que, além de ser uma admirável construção do espírito humano é, certamente, a mais importante base em que assenta a tecnologia contemporânea.

Todas estas actividades de formação profissional e cultural necessitam de pessoal docente convenientemente preparado e actualizado, prati-

cando uma actividade de investigação científica que, na sua aplicação primordial, inculca nos estudantes uma atitude mental no sentido da pesquisa e da crítica sistemática na resolução dos seus problemas profissionais. Assim, os estudantes que passarem pelo departamento de Física poderão não vir a ser investigadores em Física após a sua formação — e, certamente isso acontecerá com a grande maioria — mas terão adquirido uma autêntica formação de base nos métodos e nas técnicas desta Ciência.

Ao nível de pós-graduação, todos deverão mesmo participar em projectos de pesquisa, em cursos de desenvolvimento nos departamentos de Física, adquirindo um complemento de formação, não apenas metodológica, mas igualmente no domínio de técnicas de ponta que lhe serão de grande utilidade nas tarefas, anteriormente citadas, de apoio científico às actividades produtivas. É através dessa participação que os futuros técnicos exercendo actividades profissionais de apoio ou assessoria científicas e de controlo de qualidade — aquelas que, como vimos, reputamos como imediatamente aplicáveis ao estado actual da economia portuguesa — poderão adquirir um conhecimento em profundidade das técnicas a utilizar. Alguns exemplos recentes, mesmo entre nós, mostram a veracidade objectiva deste pressuposto.

Julgamos oportuno terminar fazendo uma transcrição de um Relatório apresentado a um Colóquio realizado em Caen (França) há cerca de dois decénios:

(...)Desde há dez anos cometemos em França um erro grave. A necessidade de uma potente investigação aplicada e dirigida surgiu com evidência, e isso é bom. Mas se, como está sucedendo, esta investigação se desenvolve em detrimento da investigação fundamental, esquecendo-a e deixando-a estiolar, não tardará, ela própria, a morrer. Sem uma investigação fundamental viva e em plena expansão, a pesquisa aplicada de um país torna-se rapidamente tributária do estrangeiro. *Ela não conseguirá mesmo formar verdadeiros técnicos qualificados, de que tem necessidade, os quais devem ser os homens do inesperado; ora, este inesperado é o domínio próprio da investigação fundamental.*

Em todos os países do mundo, a investigação fundamental está ligada à Universidade. Sem grandes Universidades munidas de potentes laboratórios de investigação, não pode haver investigação fundamental. Isso deve-se, sem dúvida, por um lado, a que o clima universitário é o que convém melhor à investigação fundamental, por definição livre, especulativa e desinteressada. Mas, sobretudo, para que um país ocupe um lugar eminente no progresso técnico, é necessário, em primeiro lugar, que tenha investigadores e, por conseguinte, que os forme. A construção de laboratórios pode ser feita rapidamente, quando se quere.

A formação de homens de ciência só pode ser o resultado de uma política a longo prazo».

Estas considerações são inteiramente aplicáveis ao caso português.