

que existisse uma uniformidade maior nos trabalhos já em desenvolvimento, nessa pós-graduação em ensino de Física, principalmente em relação a seus objetivos, o que poderia resultar num currículo mais adequado para atender as várias regiões em que se necessita do professor de Física, ainda em pequeno número nessas regiões. Os debates durante essa mesa redonda, acho que devem ser feitos de tal maneira para que a gente possa ter um caminho a seguir, dando uma uniformidade melhor a esses trabalhos.

5. A Física na Indústria

WANDERLEY DE LIMA (IF-USP)

Todos sabemos que a interação entre a Física e a Indústria, no Brasil, é, atualmente, bastante fraca.

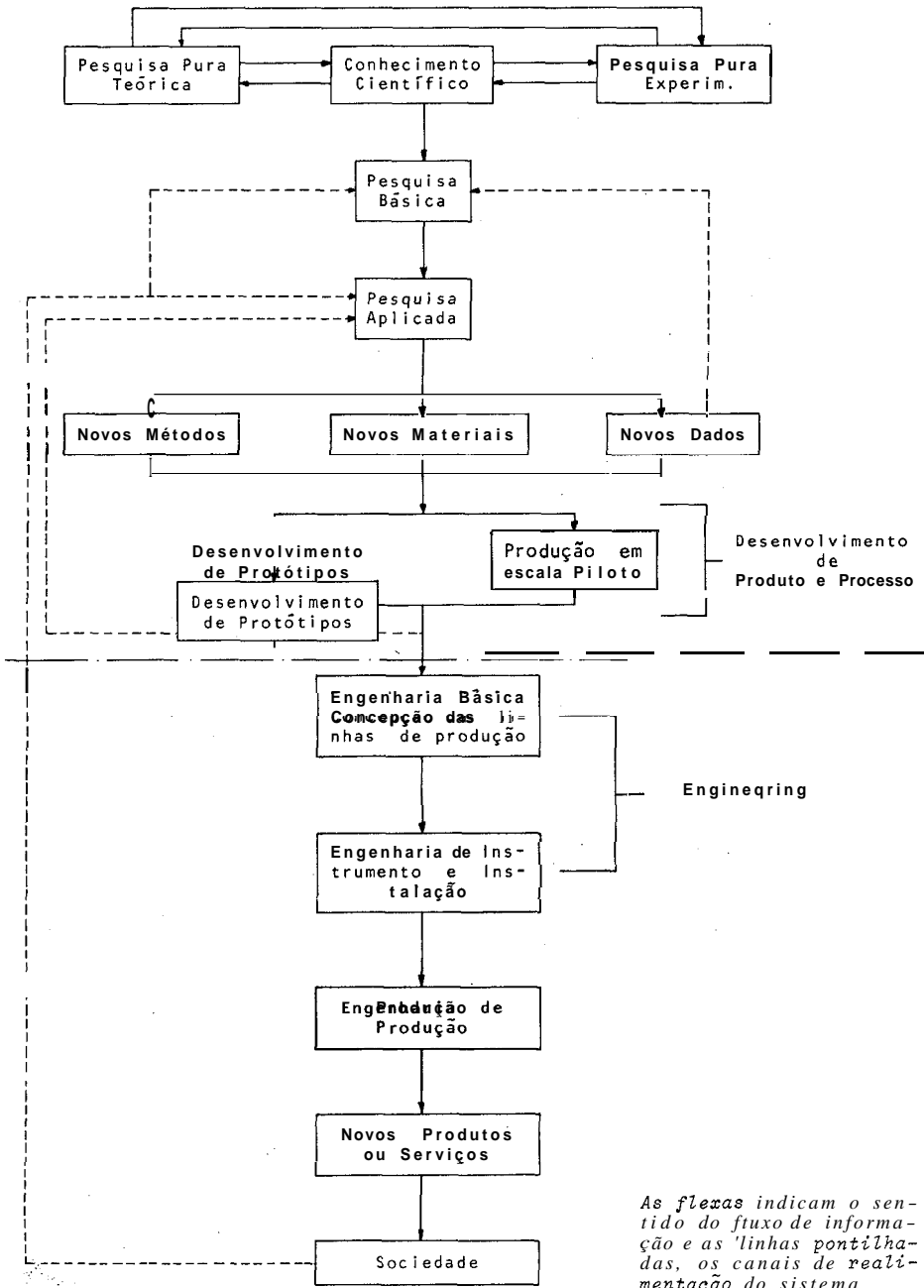
A intensidade desta interação é consequência, em síntese, de subdesenvolvimento, pois não sabemos otimizar recursos, quer humanos, quer materiais, nem detectar potencialidades e prioridades científicas ou tecnológicas em função da realidade brasileira.

Tal situação não resulta de incompetência individual dos brasileiros, mas sim, unicamente da insuficiência de planejamento e ação integrada entre Governo, Institutos de Pesquisa, Universidades e Empresas.

Na tentativa de uma abordagem global do problema, vamos analisar rapidamente o conjunto de atividades que compõem o sistema necessário para o desenvolvimento de inovações tecnológicas.

O SISTEMA NECESSÁRIO PARA O DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

O sistema está representado no diagrama anexo. Sendo o diagrama do sistema auto-explicativo, deixaremos de comentar cada uma de suas etapas e limitar-nos-emos a abordar os pontos relevantes para definir a atuação dos físicos den-



tro do mesmo.

Desde os primeiros estágios (pesquisa pura) até as etapas de desenvolvimento de protótipos e produção em escala-piloto, o método científico é empregado intensamente, sendo importantíssimo, por consequência, o papel dos físicos.

A etapa da pesquisa básica, frequentemente confundida com pesquisa pura, é caracterizada por trabalhos com esforço concentrado e a longo prazo, em campos selecionados do conhecimento científico de interesse potencial, mas sem objetivos comerciais imediatos.

A pesquisa básica, portanto, é dirigida, apesar de não especificar precisamente seu objetivo. Por isso, figuram no diagrama os canais de realimentação da sociedade e dos novos dados da pesquisa aplicada para a pesquisa básica, coisa inexistente para a pesquisa pura.

Pode ocorrer o caso de uma pesquisa possuir tanto o caráter de pura como o de básica, segundo faça ou não parte de um programa que vise resultados potenciais, como, por exemplo, na determinação da seção de choque de determinado elemento, que poderá se constituir em pesquisa básica, se fizer parte de um programa para determinação de parâmetros de difusão de nêutrons em moderadores, que constituem dados potenciais para pesquisa de reatores nucleares.

A pesquisa aplicada tem objetivos bem especificados e, valendo-se dos resultados da pesquisa básica, procura fornecer novos métodos, novos materiais ou novos dados para a etapa de desenvolvimento de produto e processo. Ela é fortemente realimentada pela sociedade e pela etapa de desenvolvimento de produto e processo, pois tem por objetivo justamente o produto e/ou o processo.

Nas etapas seguintes do sistema as atividades são típicas da Engenharia, embora em alguns setores da Engenharia de Produção (como, por exemplo, o controle de qualidade), se empreguem físicos. Entretanto, isto ocorre mais por peculiaridades da instrumentação usada ou do próprio mercado de trabalho, do que pela utilização de metodologia científica.

AS DEFICIÊNCIAS DO SISTEMA NO BRASIL

Da etapa de pesquisa pura, pouco se pode afirmar com relação ao seu desempenho para o sistema, em virtude da fraca solicitação das etapas de pesquisa básica e aplicada.

(Se a emissão estimulada de luz tivesse sido proposta por físicos brasileiros, estaríamos importando lasers da mesma forma como o fazemos hoje).

A etapa mais deficiente no Brasil é, sem dúvida, a da pesquisa básica, principalmente por causa da falta de realimentação, que consiste num conjunto de estímulos planejados em função do sistema científico e tecnológico e das potencialidades e necessidades nacionais.

Tal planejamento ainda não ocorre no país, muito embora o Governo Tenha criado Órgão específico para fazê-lo — o atual Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq).

Mesmo a níveis regional e institucional, não se planeja a ponto de viabilizar programas de pesquisa básica, que sempre têm duração superior a cinco anos.

A pesquisa básica, por se tratar de trabalho a médio prazo, envolvendo recursos consideráveis, é realizada por institutos de pesquisa ou, então, por grandes empresas concessionárias de serviços públicos. É o que ocorre com os Laboratórios Bell, nos EUA, mantidos pela empresa concessionária dos serviços de telefonia daquele país.

As concessionárias de serviços públicos, gozando de privilégios de mercado cativo e rentabilidade assegurada, têm obrigação de contribuir para o avanço tecnológico do país, mas isto não acontece no Brasil: a Petrobrás, a Telebrás e a Eletrobrás não investem em pesquisa recursos compatíveis com seu faturamento, enquanto que, em todo o mundo, os reatores nucleares têm sido desenvolvidos por concessionárias de energia elétrica ou de combustível — Gulf, GE, Westinghouse, etc.

Por via de consequência, também a pesquisa aplicada, ou tecnológica, é deficiente no Brasil. E a mesma causa fundamental da deficiência no estágio anterior ocorre aqui,

ou seja: a falta de realimentação. Porém, como a pesquisa aplicada já tem objetivos comerciais, não é só a falta de planejamento a nível nacional que atenua a realimentação, mas também a natureza do setor industrial brasileiro.

O Brasil possui poucas indústrias nacionais dotadas de boa estrutura empresarial, quero dizer, eficientes nos seus quatro setores:

- pesquisa e desenvolvimento
- produção
- administração
- marketing

Isto dificulta a detecção de potencialidades do mercado e a interação com órgãos de pesquisa e ensino no sentido de desenvolver tecnologia e recursos humanos.

Na etapa de desenvolvimento de produto e processo novos componentes negativos se acrescentam: uma empresa nacional, ao necessitar de tecnologia de produto e processo, acaba optando por importar e, frequentemente, paga com participação acionária, o que é um mau negócio para o país, visto que cobrimos custos das pesquisas do exterior e ainda entregamos o nosso mercado. Via de regra, este procedimento é questão de sobrevivência para a empresa, pressionada pela alta competitividade das multinacionais.

Praticamente não existe pesquisa de processo no Brasil, o que acarreta a compra dos processos como um pacote, envolvendo projeto, instalações e instrumentação. Desta forma, são poucas as possibilidades de aplicação de equipamentos nacionais.

Outro aspecto grave é que as compras governamentais em geral especificam equipamentos estrangeiros (ninguém compra equipamento Brasele, podendo ter um Hewlett Packard). É bem provável que a atual crise na nossa balança de pagamentos, motivadora de drásticas restrições à importação e de estímulos ao consumo de equipamento nacional, se transforme em nossa *tábua de salvação*.

ALGUMAS INICIATIVAS ANIMADORAS

O rápido diagnóstico macroscópico que apresentamos anteriormente já é do conhecimento de alguns órgãos públicos. Podemos, mesmo, afirmar que o Governo já possui, em primeira aproximação, uma política tecnológica (mas não científica e tecnológica).

Esta política, ainda de curto alcance, se configura através da atuação dos seguintes órgãos: CNPq, FINEP, FUNTEC e STI-MIC.

Ao CNPq foi delegada a função de órgão supremo do nosso sistema científico e tecnológico. Até o momento, porém, não se tem elementos para qualquer prognóstico.

A FINEP (*Financiadora de Estudos e Projetos*) se empenha atualmente em financiar a *pesquisa básica e aplicada*, quer em empresas, quer em institutos de pesquisa. Trata-se de Órgão extremamente ativo, cuja produtividade só está limitada pela dificuldade em localizar o potencial de pesquisa, pois este é escasso e disperso.

O FUNTEC (Fundo Nacional de Desenvolvimento Técnico e científico) se encarrega do financiamento para desenvolvimento de produto e processo, tendo, por isso, atuação mais intensa na área industrial.

A STI-MIC (Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio), que conta com o físico José Waulter Bautista Vidal na sua direção, tem apresentado Ótimos resultados, apesar de não estar oficialmente encarregada de nenhum setor. Sua atividade tem sido extremamente pragmática, seja por abordagens setoriais, seja por um problema tecnológico específico.

Merece destaque sua atuação nos setores do couro e do calçado, indústria farmacêutica, beneficiamento de pedras preciosas, desenho industrial e indústria eletrônica.

Em tecnologias específicas, salientam-se os projetos de máquinas-ferramentas e transdutores pneumáticos (IPT) e, em processo, a produção de álcool carburante a partir da mandioca (CTA), bem como um esforço político-tecnológico de

comprovar que o álcool seria uma boa opção.

O sucesso da STI, sem dúvida, se deve ao relacionamento de seus membros com instituições de pesquisa. Originários principalmente do IPR e do CTA, porém com relacionamento excelente em quase todos os órgãos de pesquisa no Brasil, esses elementos têm grande facilidade em localizar recursos humanos e colher opiniões acerca da realidade brasileira.

A FORMAÇÃO DOS FÍSICOS EM FUNÇÃO DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Os físicos devem ser preparados para atuar nas etapas onde se requer metodologia científica, ou seja, onde realmente ocorrem as inovações. Isto significa que não devemos criar cursos tentando ministrar tecnologias particulares, uma vez que é essa a função das escolas de Engenharia.

Os currículos atuais devem ser mantidos, mas é necessário ampliar significativamente as atividades práticas, talvez com a introdução de um curso de medição de propriedades físicas, o qual daria ênfase a processos avançados de medição, tais como:

processos baseados em propriedades Óticas ou de natureza ondulatória.

foto-elétricos; interferométricos por emissão, absorção e espalhamento de ondas eletromagnéticas.

processo com emprego de radiação ionizante e produtos de decaimento radioativo.

raios χ
raios β e γ
análises por ativação

processos com base em efeitos físicos que apresentam alta resolução.

NMR
EPR

O QUE SE ESPERA DOS PESQUISADORES

É seguro afirmar que não faltam recursos financeiros para empreendimentos de pesquisa básica e aplicada no Brasil, entretanto também é seguro afirmar que isto decorre da ausência de projetos e recursos humanos para esse fim.

O Governo ainda não tem condições de propor projetos, mas certamente, isso deveria ser atividade comum do Governo e dos órgãos de pesquisa.

Essa ausência de projetos é consequência do fato de os órgãos de pesquisa desconhecerem as necessidades tecnológicas do país. Neste sentido, creio que seria benéfico um "Projeto Rondon", de pesquisadores e alunos de séries avançadas, pelas indústrias e institutos de pesquisa.

É necessária uma alta dose de criatividade, a fim de, com os nossos recursos limitados, atacarmos os pontos realmente estratégicos para o desenvolvimento nacional.

Necessitamos, sem dúvida, de iniciativas pessoais brilhantes, uma vez que não contaremos, a curto prazo, com uma administração científico-tecnológica adequada.

DEBATES DO PLENÁRIO

Pergunta de Vera L.L. Soares, IFUSP, a Alceu e Wanderley: Está o curso de bacharelado ou de graduação essencialmente voltado para a Pós-Graduação que, por sua vez, é dirigido à pesquisa. Existe alguma preocupação na diversificação da formação dos alunos, tal como a criação de um curso de Física Aplicada?

Resposta de Alceu Pinho, Rio de Janeiro: Inicialmente um esclarecimento: só quando vi o programa, depois de ter o meu trabalho pronto, percebi que deveria falar do bacharelado e da Pós-Graduação e não só desta última como estava na carta-convite.

O bacharelado, em praticamente todas as grandes universidades brasileiras, está quase que exclusivamente vol-