

ESCOLA DE ENGENHARIA

UNIVERSIDADE DE MINAS GERAIS

RELATÓRIO APRESENTADO AO
EXMO. SR. DR. MÁRIO WERNECK A. LIMA
DD. DIRETOR
DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA U.M.G.

POR

FRANCISCO DE A. MAGALHÃES GOMES

BELO HORIZONTE
MINAS GERAIS
BRASIL

ESCOLA DE ENGENHARIA

UNIVERSIDADE DE MINAS GERAIS

**RELATÓRIO APRESENTADO AO
EXMO. SR. DR. MÁRIO WERNECK A. LIMA
DD. DIRETOR
DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA U.M.G.**

POR

FRANCISCO DE A. MAGALHÃES GOMES

**BELO HORIZONTE
MINAS GERAIS
BRASIL**

Belo Horizonte, 20 de Maio de 1954.-

Senhor Diretor:

A viagem de estudos que fiz aos Estados Unidos, nos meses de outubro a dezembro de 1953, teve quatro finalidades principais:

1) Estudar o ensino geral da Física, especialmente em suas relações com o ensino da engenharia e a formação de pesquisadores nessa mesma disciplina.

2) Estudar a organização das pesquisas físicas, especialmente no terreno da física nuclear..

3) Verificar a situação de bolsistas que estão estudando nos Estados Unidos com bolsas do Conselho Nacional de Pesquisas, em relação com o futuro desenvolvimento do Instituto de Pesquisas Radioativas, em organização na nossa Escola.

4) Tirar algumas conclusões sobre o ensino da Engenharia.

Era extremamente difícil escolher os melhores lugares para visitar durante a minha estada nos Estados Unidos.

O número de universidades e institutos de pesquisas científicas e técnicas é de tal ordem naquêlê país, que qualquer pessoa que para alí se dirige com intenção de verificar a organização dessas instituições sempre sofre do embaraço da escolha.

Entretanto, com as recomendações do Senhor Almirante Alvaro Alberto, DD. Presidente do Conselho Nacional de Pesquisas, do Cel. Armando Dubois Ferreira, seu Vice-Presidente, do Prof. J. Costa Ribeiro, seu Diretor Científico, do Prof. Anisio Teixeira, Secretário Geral da Capes, pude organizar um programa para visitar algumas das universidades e laboratórios de pesquisas mais afamados.

Na minha viagem tive ainda oportunidade de acompanhar V. Excia. em alguns dos estabelecimentos.

Foi assim, que pude entrar em contacto com as seguintes instituições:

Instituto Tecnológico de Massachussets (Massachussets Institute of Technology) em Cambridge, próximo de Boston, Massachussets; -
Universidade de Harvard, também em Cambridge;

Instituto Politécnico Rensselaer (Rensselaer Polytechnic Institute) em Troy, New York;

Universidade de Chicago (University of Chicago) em Chicago, Illinois;

Universidade do Noroeste (Northwestern University) também em Chicago;

Instituto Tecnológico do Illinois (Illinois Institute of Technology) também de Chicago;

Universidade de Columbia (Columbia University) em Columbia, New York;

Laboratório Nacional de Brookhaven (Brookhaven National Laboratory) em Brookhaven, New York;

Laboratórios do Serviço Geológico Americano (Geological Survey) em Washington, D.C.;

Laboratório das Forças Armadas (Gun Factory), próximo de Washington;

Laboratório de Geo-Física da Fundação Carnegie (Carnegie Foundation) também próximo de Washington;

Laboratório Nacional de Argonne (Argonne National Laboratory) nas vizinhanças de Chicago;

Universidade da Califórnia, em Berkeley, próximo de San Francisco, Califórnia;

Instituto Tecnológico da Califórnia, em Pasadena, perto de Los Angeles, Califórnia.

Além disso, com apresentações de representantes no Brasil, percorri as instalações da General Electric Company, em Schenectady, New York, da International Business Machinery (IBM) em New York e da Consolidated Engineering Company, em Pasadena.

Para visitar alguns desses laboratórios, houve necessidade de uma licença especial, o que consegui graças às apresentações que me foram dadas pelo Senhor Almirante Alvaro Albérto, à boa vontade do Cel. Armando Dubois Ferreira, do Sr. Embaixador do Brasil nos Estados Unidos, das autoridades do Departamento de Estado, da Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos, e dos próprios dirigentes desses laboratórios.

Para comentar de maneira geral o que observei e procurar tirar conclusões que favoreçam o nosso desenvolvimento, devo dividir meu relatório em partes:

1 - Ensino da Física

O principal característico do ensino universitário americano é a autonomia e a liberdade de que gozam os institutos na organização dos seus curricula.

As universidades em geral são particulares.

Mesmo as universidades oficiais, entretanto, gozam dessa mesma autonomia.

Não há dispositivos legais que fixem os diversos tipos de curso em um padrão uniforme para todo o país.

É claro que cursos do mesmo nome têm organização semelhante nas diferentes universidades.

Os curricula têm lineamentos gerais baseados no mesmo espírito.

Cada um dos cursos, entretanto, conserva um carácter próprio, de acordo com a instituição em que se processa.

De um modo geral, existem os cursos chamados de undergraduates, que são os fundamentais, e os cursos para graduates, que se fazem em seguimento aos primeiros e representam um aperfeiçoamento sobre estes.

O curso básico é normalmente de quatro anos.

Nos cursos para graduates há dois graus: o grau de master, que geralmente pode ser obtido em dois anos, e o grau de doctor, que exige um mínimo de três anos de estudos para ser alcançado.

Além de exames, trabalhos escolares, certos mínimos de notas de aprovação, os futuros masters têm de apresentar um trabalho escrito que não precisa de ser original, ao passo que os candidatos a doctors têm de apresentar uma tese com cunho de originalidade.

Esse sistema é mais ou menos geral para todas as universidades.

Outro aspecto muito importante, que é bem típico do espírito universitário americano, é a sua objetividade.

Em geral, o professor acompanha as suas aulas com demonstrações práticas.

Para isso as universidades possuem auditórios apropriados e um número considerável de aparelhos de demonstração.

Esses auditórios se constroem utilizando os modernos recursos para pôr em funcionamento todos os aparelhos necessários.

Todos têm quadros elétricos bastante complexos, mesas de tra

balho amovíveis para cada uma das partes do curso, aparelhamento para projeção, grandes modelos para alguns dos aparelhos de tipos fundamentais, etc.

Podem êsses auditórios comportar número considerável de estudantes, por exemplo da ordem de trezentos, nos cursos de undergraduates.

Nos cursos adiantados êsse número é consideravelmente menor.

Entre outros, posso citar como particularmente bem projetados e construídos os auditórios das Universidades de Harvard e da Califórnia ou o do Instituto Tecnológico de Massachussets.

Ao lado dos auditórios, existem depósitos de número considerável de aparelhos utilizados nas sucessivas demonstrações.

As aulas dêsse tipo são geralmente da ordem de três por semana.

Além disso, existem os laboratórios propriamente ditos, onde se fazem os trabalhos práticos semanais dos alunos.

Êsses trabalhos para os undergraduates duram de duas a três horas.

Os estudantes fazem diretamente o trabalho sob as vistas do instructor e formam grupos de dois, três e até quatro para cada aparelho.

Na Universidade da Califórnia observei, entretanto, que os trabalhos são rigorosamente individuais.

Para isso, o Departamento de Física da Universidade possui grupos de duzentos aparelhos iguais, cada um dos quais é confiado a um aluno.

Essa riqueza de aparelhamento permite fazer com que algumas centenas de alunos possam ter trabalhos práticos rigorosamente individuais.

Geralmente são usados livros textos nos cursos teóricos e notas mimeografadas para os trabalhos práticos.

Os aparelhos, sempre que possível, são fabricados na própria Universidade, sendo cada laboratório munido de uma oficina mecânica geralmente muito bem aparelhada.

A Universidade adquire somente os órgãos fundamentais para os aparelhos, como válvulas, resistores, capacitores, lentes, fabricando ela mesma os circuitos, seus bancos de ótica e assim por diante.-

Quanto aos laboratórios para graduates êles são geralmente instalados em salas não muito grandes e servem em geral, a dois fins:- para execução de trabalhos mais avançados em determinado domínio da

Física, ou para pesquisas originais.

Julgo que os professores universitários norte americanos comprenderam muito bem que o papel da Universidade é também essencial mente a pesquisa, e não apenas o ensino.

No grau mais alto dêste, segundo essa concepção, a pesquisa deve ser obrigatória.

Quando o estudante atingir determinado índice de aproveitamento e apresentar um trabalho escrito que o professor considera aceitável, êle então é admitido a defender êsse trabalho perante uma comissão para obter o grau de master ou de doctor, conforme for o caso. -

As grandes universidades estão hoje dando preferência aos cursos para graduates, havendo os colleges que se ocupam mais especialmente dos undergraduates.

Um aspecto interessante do problema é o índice de progresso realizado de alguns anos para cá, especialmente nos cursos de graduates.

Lembro-me de que, por ocasião de sua visita ao Brasil, o professor Robert Oppenheimer disse-me que quando êle obteve um grau universitário em Física nos Estados Unidos, em 1924, não havia nêste-país um curso de aperfeiçoamento em Física teórica.

Êle foi especializar-se nêsse ramo na Europa.

Hoje o número de cursos de aperfeiçoamento em Física Teórica nas universidades americanas se conta por centenas, aliás em parte por esforço inicial do próprio Prof. Oppenheimer.

Outro aspecto que me impressionou satisfatoriamente na organização das universidades americanas foi o elevado teor do ensino da matemática nos cursos de graduates.

Êste aspecto tem causado algumas dificuldades a bolsistas brasileiros que procuram tirar um título em Física.

Quase tôdos têm de fazer um esforço considerável no terreno da matemática para atingir seus fins.

Estive examinando os cursos adotados, do tipo chamado advanced calculus.

São realmente obras de um nível bastante alto e que honram no seu gênero qualquer cultura universitária.

Realmente, é um aspecto um tanto novo no ensino norte americano, que sempre se notabilizou pelo seu caráter prático, objetivo e em certos casos até mesmo simplificador.

Acho notável que um esforço dêsse gênero tenha sido feito num terreno que não representava a tendência natural das suas escolas ,

que não tinham, como na Europa uma tradição respeitável nêsse terreno.

O efeito da elevação dêsse ensino teórico foi realmente o mais salutar na formação de pesquisadores e cientistas.

Ao lado do estudo dessas matérias teóricas básicas, aquêles dos graduates que optam pela física experimental têm um trabalho considerável de laboratório, não só no campo própriamente de aprendizagem das técnicas básicas, como no terreno da pesquisa.

É interessante notar que os próprios estudantes montam e projetam em grande parte os aparelhos com que trabalham, o que, de modo geral, lhes dá um tirocínio bastante alto quando saem das universidades.

Notei também que os laboratórios norte americanos possuem apenas número muito limitado de serventes, e êstes se dedicam sòmente a tarefas de limpeza.

Tudo quanto importa em lidar com o aparelhamento do laboratório é feito pelos seus próprios técnicos.

De modo geral, só êstes têm acesso às salas de trabalho.

A influência do chefe de departamento é enorme nas universidades norte americanas.

Nada se faz no seu departamento sem sua aquiescência.

Notei também um grande respeito dos alunos pelas diversas categorias de professores, associados, adjuntos e instrutores.

A disciplina é bastante rigorosa, posto que se observe muita cordialidade no ambiente escolar.

O desempenho das tarefas escolares é levado a alto grau de seriedade, bem como o modo de selecionar candidatos nas provas a que são submetidos.

O espírito de eficiência que de modo geral se considera característico do espírito norte americano se patenteia de modo especial no ambiente universitário.

Há sempre a preocupação de fazer com que o maior número possível de alunos se aproveite dos ensinamentos dos mestres e adquira as técnicas delicadas de pesquisa.

Há sempre o cuidado constante de aperfeiçoar o que está sendo feito.

É mesmo essa preocupação constante de aperfeiçoamento o aspecto mais admirável do ambiente universitário norte americano.

Foi ela que fez com que nêsses últimos decênios o país tenha tido um desenvolvimento tão considerável e tenha chegado a apresentar alguns aspectos, mesmo no terreno do desenvolvimento científico,

que não puderam ser atingidos pelos outros países.

Outro ponto inegavelmente digno de nota é o modo simples e natural que geralmente se observa nos cientistas norte americanos, o que faz com que diante deles qualquer pessoa se sinta inteiramente à vontade.

Para ter uma carreira mais avançada no magistério superior e nos institutos de pesquisa, o universitário norte americano deve con seguir o título de doctor.

O prestígio desse título é muito grande nos meios intelectuais dos Estados Unidos.

A seleção dos professores se faz por eleição pelo staff da U niversidade, mediante proposta do respectivo Departamento.

Não há concursos de provas para professores nem cargos vitalí cios como entre nós.

Por isso há uma permuta contínua de professores ilustres entre as numerosas universidades norte americanas, o que é um fator no tável de intercâmbio cultural entre elas.

Esse sistema, que dá tão bons resultados, só é possível, en tretanto, em países onde exista grande concorrência intelectual.

Esse modo de organização facilita ainda extremamente o contra to de professores estrangeiros, que ainda existem em número bastante considerável nas universidades norte americanas.

Foi esse certamente um dos fatores mais importantes do seu pro gresso científico, pois lhes permitiu absorver de maneira feliz a al ta cultura europeia.

Outro aspecto que julgo insuperável na organização universitá ria norte americana são as bibliotecas.

Neste particular, penso que os Estados Unidos ocupam uma posi ção singular entre as nações cultas.

Notei que nas universidades, no terreno própriamente científi co, predominam os autores nacionais.

Entretanto, nos meios mais elevados, faz-se largo uso da bi bliografia europeia também.

As grandes universidades possuem bibliotecas de uma riqueza incomparável.

Um dos dias em que passei na Universidade de Harvard dediquei -me especialmente à visita de sua biblioteca.

É realmente admirável, com seus cinco milhões de volumes, sen do a segunda do país e a quarta do mundo em número.

É de fato grato, para nós brasileiros, verificarmos a sua ri queza em obras brasileiras e portuguesas.

Praticamente tôdas as grandes universidades possuem bibliografia essencial completa sôbre tôdos os assuntos nelas lecionados, especialmente no que se refere a publicações periódicas.

Os seminários, em que um pesquisador expõe seus próprios trabalhos, ou discute os últimos assuntos de interêsse na sua disciplina, constituem um meio normal de incentivo para professores e alunos e contribuem mais do que tudo para que êles se mantenham em dia com os progressos da ciência.

Tive oportunidade por exemplo, de assistir a um seminário sôbre as novas partículas da Física reveladas pelo grande cosmotron de Brookhaven, na Universidade de Chicago.

Cêrca de 120 pessoas, entre professores e alunos, tomaram parte nêle.

Alguns dos presentes eram nomes de prestígio internacional em questões de Física Nuclear e os debates que se seguiram à exposição foram de grande interêsse na elucidação de numerosos pontos do delicado assunto.

Ainda um ponto sôbre o qual julgo interessante chamar a atenção no atual desenvolvimento do ensino universitário americano, é o que se refere à cultura geral.

Observei que tanto nos institutos tecnológicos como nas universidades, há uma preocupação atual em levantar o nível cultural geral dos que se dedicam a cursos exclusivamente técnicos.

O norte americano geralmente tem gozado do conceito de que é bom profissional, de que tem capacidade técnica elevada, em detrimento, porém de sua cultura geral.

É inegável que essa crítica tem certa procedência.

Acontece, entretanto, que no atual movimento universitário se nota uma salutar reação no sentido de melhorar o nível da cultura geral.

Tive ocasião de observar em alguns institutos tecnológicos um fato característico a êssetrespêito: há cursos de disciplinas puramente humanísticas, um dos quais, ao menos, é obrigatório para os que se dedicam a cursos científicos ou à engenharia.

O que permite melhor julgar um país não é propriamente sua situação atual; são antes as tendências que nêle se observam, os índices de sua evolução.

Se os norte americanos padeceram de uma certa preponderância do profissionalismo, da especialização, há um reconhecimento disso nos meios responsáveis, o que se procura corrigir pelo interêsse despertado nos próprios meios técnicos pelas disciplinas humanísticas.

É claro que uma influência destas não se faz sentir da noite para o dia.

Ela operará, entretanto, dentro de um prazo conveniente e criará uma mentalidade em que os grandes problemas culturais tenham também o seu lugar.

2 - Pesquisa

Nêste terreno as universidades e institutos norte americanos tomaram tal desenvolvimento de alguns anos para cá, que colocaram os Estados Unidos em primeiro lugar no mundo.

A última guerra evidenciou de tal maneira a importância da pesquisa científica para o desenvolvimento das nações, que o país que não procurar criar centros importantes de pesquisa ficará sem remédio relegado a uma posição subalterna no campo internacional e não poderá de modo algum desenvolver seus recursos internos em grau conveniente.

A impressão que se tem visitando os meios científicos dos Estados Unidos é o de uma verdadeira corrida em torno do saber.

Nunca trabalho tão assíduo, recursos tão consideráveis, organização tão meticulosa, persistência tão continuada foram postos em ação para aquisição de novos conhecimentos.

O desenvolvimento da Física Nuclear e a possibilidade de aproveitamento da energia nuclear mobilizou tôdos os esforços em torno desse ramo do saber.

A Física hoje é rainha e os sábios que a ela se dedicam contam com recursos nunca dantes sonhados.

Esse progresso da ciência é paralelo a um progresso correspondente da tecnologia.

O desenvolvimento de muitos aparelhos de pesquisas básicas no terreno da Física Nuclear supõe atingido um alto nível no terreno da engenharia: engenharia eletrônica, engenharia mecânica e eletrotécnica, engenharia metalúrgica, etc.

De modo geral, existe a pesquisa científica básica e a pesquisa científica aplicada.

Numerosas têm sido as discussões sobre a preferência que se deva dar a um outro desses dois aspectos da pesquisa.

A história revela, entretanto, que sem a pesquisa científica básica, a tecnologia tem seus progressos limitados.

Tôdas as revoluções fundamentais nas aplicações tiveram sua origem em uma pesquisa científica pura.

Isto foi verdadeiro em particular para a energia nuclear.

A radioatividade se tornou conhecida em virtude dos trabalhos de sábios especulativos como Henri Becquerel e o casal Curie.

Seu desenvolvimento se fez graças especialmente à escola dirigida por um cientista puro como Rutherford.

O conhecimento da estrutura do átomo se desenvolveu pelo esforço de um sábio como Bohr.

A existência dos isótopos radioativos artificialmente obtidos se deve à atuação de cientistas como o casal Joliot-Curie.

As novas partículas da Física foram conhecidas por homens que nunca tiveram em mente sua aplicação à indústria.

A possibilidade de transformar a matéria em energia foi prevista por Einstein como uma consequência da teoria da relatividade restrita.

A fissão do urânio 235, primeira experiência na qual se viu ser possível praticamente essa transformação em escala considerável se deve a sábios como Hahn e Strassmann.

O próprio aproveitamento da energia nuclear no primeiro reator atômico foi obra do físico Fermi.

É claro que problemas paralelos de tecnologia têm de ser resolvidos concomitantemente, não só para as aplicações industriais, mas para o próprio desenvolvimento da ciência, pela complexidade crescente da técnica de pesquisas.

A melhor política é então desenvolver no máximo a pesquisa básica e ir estudando os problemas tecnológicos à medida que forem surgindo.

Essa mentalidade é francamente preponderante nos Estados Unidos, hoje em dia.

A pesquisa básica está tendo ali uma preferência crescente.

Isso se observa claramente pelo número de pessoas empregadas nessas pesquisas e pelas verbas que lhe são destinadas no orçamento nacional e no orçamento das universidades, nos institutos de tecnologia e nos laboratórios nacionais.

O governo tem dado uma ajuda sem precedentes a todas as universidades no sentido de incentivar essas pesquisas.

Tem favorecido ainda as empresas industriais que para isso tenham capacidade.

E além disso tem criado laboratórios especiais também em conexão com as universidades existentes cujo nível nêsse terreno seja mais alto.

Os resultados têm sido considerados compensadores, pois não-se nota diminuição no entusiasmo por essas pesquisas.

Ao contrário, elas cada vez mais galvanizam a opinião nacional e as verbas a elas destinadas continuam consideráveis.

Tôdos os ramos de pesquisas relacionados com a Física Nuclear e suas aplicações têm sido incentivados.

É assim que a radioquímica, a metalurgia, a geoquímica, a radiobiologia dispõem hoje de laboratórios em número cada vez mais extenso.

Tive oportunidade de visitar alguns dos laboratórios mais importantes nêsse terreno.

Foi assim que pude comparecer ao laboratório de Brookhaven, ao de Argonne, ao da Universidade da California, ao da General Electric.

Dêsses laboratórios, dois, o de Brookhaven e o de Argonne, possuem pilhas atômicas.

Além disso visitei em Brookhaven a secção de emulsões nucleares e o grande cosmotron que atualmente dá 2.3 B e v.

Nêsses laboratórios se fazem pesquisas as mais notáveis a propósito da propriedade de neutrons, cross sections de vários metais, tests de pureza de material para uso nos reatores atômicos, ação de radiações neutrônicas sôbre materiais diversos.

No Laboratório Radiation da California ví alguns dos mais poderosos aparelhos para a desagregação dos átomos.

Entre outras novidades pude observar o Bevatron, que ainda não está em funcionamento, e que poderá dar cêrca de 6 B e v, o que será a maior energia atingida até então por aparelhos dêsse gênero.

Entre os aspectos mais importantes das pesquisas que tive oportunidade de observar, figuram:

Aplicação dos radioisótopos ao estudo da separação mecânica dos minérios, no M.I.T. (laboratório do Prof. Gaudin); ação do rádio sôbre os ossos, no Departamento de Radiobiologia, no mesmo Instituto; pesquisas de minérios radioativos, no mesmo Instituto; estudo de pares de electrons, no Departamento de Física da Universidade de Columbia; estudos de ligas metálicas, no Departamento de Metalurgia da mesma Universidade; estudos sôbre polarização de neutrons, no laboratório de Brookhaven; estudos sôbre emulsões nucleares, no mesmo laboratório; o cosmotron do mesmo laboratório; estudos sôbre momento magnético dos átomos, no Rensselaer Polytechnic Institute; estudos de radioquímica, na Universidade de Chicago; estudos de geoquímica, na mesma Universidade; pesquisas de metalurgia, na mesma Universidade; uma

visita geral ao laboratório de pesquisas da General Electric Company; pesquisas de eletrônica na Universidade da California; pesquisas com os aceleradores de partículas, na mesma Universidade; determinação da idade das rochas glaciárias da Africa por meio de isótopos, na Fundação Carnegie de Washington; pesquisas sismológicas, na mesma Fundação; ação de neutrons sôbre minerais, no Laboratório de Argonne; o grande espectrógrafo do mesmo laboratório; ação de neutrons sôbre dielétricos, ídem; tests de grafite para reatores atômicos, ídem; espectroscopia de isótopos em vários laboratórios; visita ao Instituto do Gás, no Illinois Institute of Technology; visita à seção de Metalurgia do mesmo instituto; visita à seção de Geoquímica, no California Institute of Technology; visita ao Instituto de Aeronáutica do mesmo Instituto; visita ao laboratório de pesquisa do carbono 14, do Prof. Suess, no Geological Survey, em Washington; visita à seção de Radioquímica, no laboratório de Gun Factory, em Washington; visita ao laboratório de Mecânica dos Solos, na Universidade de Harvard, sem falar nos laboratórios do ensino geral da Física.

A impressão geral que tive foi excelente.

Admira extraordinariamente o preparo prévio dos técnicos dos laboratórios e a elevada competência dos seus diretores.

A preferência dada às pesquisas nucleares nos Estados Unidos se compreende perfeitamente.

Ela se estriba especialmente na importância excepcional que o armamento atômico desempenhou no fim da última guerra e ainda poderá desempenhar nas guerras futuras, caso não se chegue a um acordo sôbre a sua exclusão, o que é o desejo de todos os homens bem intencionados.

A outra importância se refere ao seu uso pacífico.

A energia atômica está certamente destinada a revolucionar - por completo a produção de energia para uso industrial.

Este problema está sendo atacado de maneira muito ativa.

Já recentemente numerosas empresas industriais norte americanas, utilizando os dados que se podem obter, fizeram estudos sôbre as possibilidades do aproveitamento da energia atômica na indústria, em concorrência com outras fontes de energia.

Entre essas podemos citar a Dow Chemical Co., a Detroit Edison Co., a Monsanto Chemical Co., a Union Electric Co. of Missouri, a Pacific Gas Co., etc.

Os relatórios dos estudos feitos pelos seus técnicos estão parcialmente publicados.

Entre outros resultados interessantes, obtidos especialmente pela Monsanto Chemical Co. e a Union Electric Co. of Missouri, figura a possibilidade de construir usinas nucleares respectivamente de 220.000 kw e 870.000 kw, com um preço de 110 a 124 dólares por kw.

A ser verdade isto, estamos realmente nas vésperas de uma revolução industrial de proporções inauditas.

É claro que a construção dessas usinas ainda depende da divulgação de muitos conhecimentos conservados secretos em virtude das necessidades de segurança nacional e do interesse em possuir monopólio.

Ela depende ainda de completar pesquisas referentes ao próprio funcionamento dos reatores de uso industrial.

A metalurgia tem um papel primordial em tudo isso, considerando a pureza especial dos materiais que devem ser utilizados nos reatores.

Discussões ainda devem ser levadas a efeito para saber qual o melhor tipo de reator por empregar para uma dada instalação industrial, qual o melhor moderador, qual o melhor refrigerador, qual o melhor tipo de motor térmico, etc.

A verdade, entretanto, é que se crê geralmente nos Estados Unidos, e isto já tem sido publicado, que dentro de alguns anos, por exemplo dentro de cinco anos, será possível um uso em larga escala dos reatores atômicos na indústria.

A tecnologia dos reatores é bem mais complexa do que a tecnologia, por exemplo, das turbinas hidráulicas ou das caldeiras a vapor, de modo que o pessoal para lidar com eles deve ter um preparo prévio bastante mais difícil de atingir.

Considerando, entretanto, as imensas possibilidades do Brasil em materiais atômicos (urânio, tório), bem como em materiais que podem ser usados nos reatores como refratários (zircônio) ou moderadores (berílio), considerando que a principal deficiência da economia nacional é a deficiência do carvão de pedra e do petróleo, e que essa deficiência em grande parte pode ser suprida pelos combustíveis atômicos, é do mais alto interesse nacional que se incentivem todas as pesquisas tendentes a criar no nosso país a possibilidade de nos desenvolvermos convenientemente nêsse terreno.

Para isso, entretanto, é necessário especialmente formar o pessoal conveniente a criar cursos especializados.

Devemos ter um número considerável de especialistas e técnicos nos seguintes campos do saber:

Física - Especialmente no terreno da eletrônica, física do es

tado sólido, física nuclear, física quântica, técnica dos aceleradores de partículas.

Química - Com especialidade no terreno da radioquímica, química dos isótopos, espectrografia, espectrografia de massa, tecnologia química.

Metalurgia - Especialmente no terreno da preparação dos metais de uso atômico, estudo dos refratários, ligas metálicas com resistência em altas temperaturas, metalurgia dos metais raros, purificação em alto grau de metais usados nos reatores.

Geologia - Especialmente no terreno da prospecção geológica de minerais atômicos e terras raras, e geoquímicas.

Engenharia Nuclear - Para que se possa preparar os materiais destinados aos reatores; construir e pôr em funcionamento estes reatores.

Duas modalidades podem ser empregadas para levarmos avante esse programa.

A primeira é fundar no país, com o auxílio de sábios estrangeiros, centros de ensino correspondentes, aproveitando os técnicos e cientistas nêles preparados, para o desenvolvimento industrial do país no ramo respectivo.

A segunda é enviar bolsistas ao estrangeiro no sentido de formar especialistas que depois venham trabalhar no país.

Ambos esses métodos podem ser aplicados com resultados.

Apesar de esforços já feitos, em especial pela grande obra já realizada pelo Conselho Nacional de Pesquisas, julgo que ainda muito temos que fazer nêsse terreno.

Ninguém pode deixar de admirar por exemplo, a obra do centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e das Faculdades de Filosofia da Universidade de São Paulo e da Universidade do Brasil nêsse terreno.

Julgo, entretanto, que será de tôda a vantagem que creemos outros institutos nêsse terreno.

Verifiquei que muitos dos bolsistas que vão aos Estados Unidos sentem dificuldades em estudos que já poderiam ter sido feitos por êles no próprio país.

Convém que as bolsas sejam concedidas de preferência aos que já tenham feito certos estudos básicos prévios.

O aproveitamento profissional será muito maior e assim o lucro para o país.

Na oportunidade da viagem que fiz, lembrei-me de uma tese que publiquei há anos e que apresenta atualidade para o problema que temos em vista.

Essa tese, que foi aceita pela Terceira Convenção Nacional de Engenheiros, realizada em Belo Horizonte em Julho de 1942, e que também mereceu o apóio do Segundo Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia e Arquitetura, realizado em São Paulo, intitula-se Aperfeiçoamento de Engenheiros.

Chamo aí a atenção para a falta de estabelecimentos no país de aperfeiçoamento dos diplomados pelas nossas escolas de engenharia.

Do ponto de vista que nos ocupa, eu acrescentaria também a necessidade em que estamos de criar institutos que, além de permitir uma maior especialização dos engenheiros, permitam também que físicos, químicos e geólogos continuem seus estudos em nível mais alto do que os das escolas ordinárias.

A conclusão a que cheguei era a necessidade da organização de um Instituto Superior de Ensino Técnico.

Desenvolvi longas considerações que não julgo oportuno repetir aqui, em defesa dessa ideia.

A existência do Conselho Nacional de Pesquisas, com a alta mentalidade que o tem orientado, poderá influir de maneira decisiva para a criação desse instituto, que a meu ver, poderia resolver numerosos problemas relacionados com nosso desenvolvimento científico e técnico e, como consequência, de nosso desenvolvimento econômico.

Retomando a ideia básica dessa minha tese, tive a honra de submeter à consideração do Egrégio Conselho Nacional de Pesquisas, a seguinte sugestão.

1) Com a colaboração da indústria, e sob a orientação do Conselho Nacional de Pesquisas, o Govêrno da União criará um Instituto Nacional Superior de Ensino Científico e Técnico, destinado ao aperfeiçoamento de engenheiros diplomados pelas diversas escolas de engenharia do país, bem como de físicos, químicos, geólogos diplomados pelos cursos correspondentes das Faculdades de Filosofia e das Escolas de Química.

2) Esse instituto visará formar cientistas e técnicos de alta visão, principalmente para o desenvolvimento do país no terreno da

pesquisa científica e do aproveitamento de suas riquezas naturais de acôrdo com a moderna evolução da ciência e da técnica, especialmente no terreno da física atômica.

3) Serão dadas nêsse instituto cursos especialmente de física nuclear e física teórica, metalurgia física, tecnologia metalúrgica, eletrônica, geoquímica, radioquímica, engenharia nuclear, química física, tecnologia química, cursos tôdos precedidos do estudo das disciplinas teóricas fundamentais.

4) Terão acesso à matrícula nêsse Instituto os alunos melhor classificados nas diversas escolas do país do gênero mencionado no artigo 1º, sendo fixado para cada escola um número de alunos de acôrdo com as possibilidades do Instituto.

Êsses alunos terão uma pensão que lhes permitirá realizar seus estudos sem que tenham necessidade de dedicar-se a outras atividades

5) Poderão ainda matricular-se nêsse Instituto, sem a vantagem da pensão, profissionais que não estejam nas condições do artigo 4, desde que revelem uma especial aptidão para o curso que pretendem fazer.

6) O Instituto terá um Conselho Diretor onde se farão representar o Conselho Nacional de Pesquisas, as Escolas de Engenharia, os cursos científicos das Faculdades de Filosofia, e as Escolas de Química do país, bem como indústrias e órgãos governamentais mais diretamente interessados na formação de cientistas e técnicos de cultura mais aprimorada.

7) Os diplomados pelo Instituto que revelarem mérito excepcional terão bolsas no estrangeiro, a juízo dos respectivos departamentos do Instituto.

Julgo que um Instituto como êsse despertará grande entusiasmo no país e creará novos incentivos para o estudo de ciências puras ou dos ramos industriais de engenharia, especialmente os de desenvolvimento mais recente.

Estou convencido, com a longa prática que tenho do ensino superior, de que a média intelectual dos nossos estudantes é bastante satisfatória.

O que não é satisfatória é a instalação das nossas escolas.

Falta também o incentivo para que o estudante se oriente no

sentido de dedicar-se a uma atividade científica mais alta.

Se tentarmos criar uma mentalidade de um gênero diferente, com a promessa de uma carreira, é claro que despertaremos nas jovens inteligências um maior estímulo para o próprio aprimoramento.

Um instituto como êsse poderia ser instalado em um lugar devidamente escolhido, por exemplo, nas vizinhanças de um grande centro, mas com instalações próprias e tempo integral de quem nêle trabalhase.

Uma particularidade interessante que observei nos Estados Unidos, e que a meu ver representa uma das principais causas do seu grande progresso, é que muitas das universidades e institutos tecnológicos são em cidades ou lugares mais tranquilos, posto que nas vizinhanças de centros importantes.

Isto em particular é verdade para os grandes laboratórios nacionais, especialmente os que têm sido creados mais recentemente.

Êles constituem núcleos autônomos, posto que tenham a maior facilidade de comunicação com centros maiores e estejam em contacto imediato com as universidades mais importantes do país, muitas vezes na dependência direta delas.

Um problema bastante importante se põe para nós.

É o problema do custeio de estabelecimentos como o que se propõe crear.

É evidente que institutos dessa espécie custam muito mais do que até hoje têm custado nossas universidades.

Se, entretanto, considerarmos as possibilidades que advêm para o país da sua existencia, as despesas correspondentes se acham plenamente justificadas.

É claro que essas despesas em grande parte devem ser feitas pelo Govêrno Federal.

Não será impossível, entretanto, obter algumas contribuições particulares para a creação dêsse Instituto.

O melhor meio seria incentivar as indústrias a que colaborem no empreendimento, quer creando uma contribuição especial compulsória para isso, quer promovendo, por meio de propaganda, a creação de uma mentalidade conveniente entre os grandes industriais do país.

É claro que um instituto como êsse necessitará de professores estrangeiros, pois em muitos ramos não possuímos nomes nacionais de vidamente especializados.

Ainda é indispensável dar importância fundamental aos laboratórios, que realmente deverão ser providos dos recursos modernos.

É uma lição do desenvolvimento cultural e científico dos Estados Unidos, o mais rápido que até hoje se tem observado, que essa nação soube aproveitar-se das possibilidades que lhe foram oferecidas pelos países europeus de mais antigo desenvolvimento.

Numerosos cientistas do Velho Mundo foram convocados para as Universidades americanas, onde lhes foram dadas tôdas as facilidades para que a sua grande experiência e capacidade pudessem produzir o melhor fruto.

Lamentamos que o Brasil não tenha adotado, em época própria, uma política semelhante.

Tal política teria, certamente, contribuído para nos pôr, em matéria de pesquisa científica, em pé de igualdade com alguns dos países mais avançados neste setor.

É tempo, entretanto, de ainda voltarmos a um programa dêsse gênero.

Observei, tanto na Europa, como nos Estados Unidos, que o nosso país é de modo geral bem visto.

Não será difícil atrair para aqui cientistas de renome, que sejam capazes de incentivar o nosso desenvolvimento.

O que se tem feito nêsse terreno tem dado bom resultado.

Necessário se torna, entretanto, praticar essa política em escala muito maior do que até hoje tem sido feito.

A criação do Instituto proposto seria sem dúvida um meio excelente para êsse modo de desenvolver a cultura nacional no terreno técnico e científico.

Outro aspecto que julgo de relêvo se se criar êsse Instituto, é que êle poderá servir de preparo para a criação de Laboratórios Nacionais de Pesquisas Atômicas, do gênero dos que existem em alguns dos países mais avançados neste setor.

A possibilidade para os alunos recém diplomados de continuar seus estudos em grau mais avançado será certamente um estímulo para os melhores.

Uma das dificuldades para o nosso desenvolvimento é justamente certa falta de estímulo para que os elementos jovens se dediquem à pesquisa pura ao invés de incidirem nas atividades profissionais de rotina ou puramente comerciais.

Qualquer instituição que oferecesse uma oportunidade segura às jovens inteligências atraídas pelas atividades especulativas teria uma influência considerável na melhoria e aumento de nossos profissionais de nível mais alto.

É essa a meta visada pelo Conselho Nacional de Pesquisas.

Seria mais um meio, e a meu ver muito eficaz, de realizar essa alta finalidade.

3 - Bolsistas

Outro aspecto pelo qual me interessei durante a minha estada nos Estados Unidos foi, como disse, observar a situação dos bolsistas que alí estudam, especialmente os que provieram de Minas Gerais.

Tenho a declarar com grande satisfação que fiquei bastante bem impressionado a respeito.

Estive especialmente com cinco dos bolsistas que estão estudando com auxílio do Conselho.

Na Universidade de Columbia o engenheiro Emílio de Vasconcelos Paes está fazendo um curso de Física de três anos, pretendendo tirar um doutorado no fim dêsse tempo.

Tive muito boas informações do bolsista pelos próprios professores com os quais êle está trabalhando.

Em Chicago visitei o Laboratório do Prof. Sugarman, de radio química, onde o engenheiro químico Milton Campos está fazendo um estágio.

O próprio diretor do laboratório deu-me as melhores informações sôbre o trabalho dêsse bolsista, afirmando que poderia com a maior satisfação aceitar outros que apresentassem as mesmas qualidades que êle.

Em Washington, no Laboratório de espectrografia do Geological Survey, ainda estive com o químico Cláudio Dutra, que está fazendo um estágio de espectrografia sob a direção do Prof. Murata, diretor do laboratório.

O próprio Prof. Murata propôs que a bolsa do químico Cláudio Dutra fôsse prorrogada até março do corrente ano, afim de que o mesmo tomasse parte no Congresso Internacional de Espectrografia, que de veria realizar-se em Pittsburg.

Visitei, além disso, alguns outros brasileiros na Universidade de Chicago, no Instituto Tecnológico de Massachussets, no Geological Survey, no Instituto Politécnico Rensselaer, sôbre os quais me abstenho de dar informações mais minuciosas, por não se tratar de em cargo meu.

Tive, entretanto, de modo geral, impressão satisfatória a respeito da situação dêles.

Quando os estudos a que se dedicam comportam alguma parte teórica mais avançada todos, de modo geral, confessaram que foram obrigados a um esforço muito considerável na parte matemática, afim de que pudessem acompanhar os cursos.

Este aspecto deve a meu ver ser focalizado e sobre ele troquet ideias com o ilustre vice-presidente do C.N.P., Cel. Armando Dubois Ferreira, verificando que chegamos a conclusões idênticas a respeito.

Essas conclusões são de que é de toda a conveniência que os candidatos a estudos de física mais elevados nos Estados Unidos façam antes, no Brasil, um estágio em matemática superior, que lhes permita adquirir os conhecimentos básicos dessa disciplina exigidos nos cursos de física de graduates.

Com isso se poupará tempo e dinheiro.

Com o desenvolvimento que se pretende dar aos estudos de energia nuclear no Brasil, julgo da maior conveniência que candidatos criteriosamente escolhidos sejam enviados para os Estados Unidos para as seguintes especializações: espectrografia de massa; metalurgia física; radioquímica; eletrônica; defesa do organismo contra as radiações; pesquisas sobre neutrons e suas ações sobre diferentes materiais.

São assuntos que têm tido desenvolvimento considerável e nos quais a lição americana é do maior proveito.

Eu tenho pleiteado assim que o Conselho conceda bolsas nesses ramos para graduados que mais tarde viessem a trabalhar no Instituto de Pesquisas Radioativas.

Só a concessão dessas bolsas é, entretanto, a meu ver, insuficiente.

Necessitamos também de contratar especialistas de valor em determinados ramos da ciência e que permaneçam no país durante prazo não muito curto.

A vinda desses especialistas requer dois pontos para que seja verdadeiramente útil.

Uma é a existência de laboratórios convenientes onde eles possam trabalhar com proveito na sua especialidade.

Outro é colocar em trabalho com eles um número suficiente de diplomados nacionais que possam aproveitar-se suficientemente das lições que receberem.

Essa segunda modalidade deve ser praticada preferencialmente, porque não só é mais útil, pela circunstância de se ir criando uma escola no proprio país, como porque, de modo geral, ela fica mais econômica.

nômica.

De modo geral, as dificuldades que temos no país para os pesquisadores são as seguintes:

1) Não temos tido de modo geral, estabelecimentos destinados especialmente à formação de pesquisadores.

Nossas escolas até hoje têm tido a preocupação de formar técnicos ou professores.

Os pesquisadores têm uma mentalidade especial que precisa de ser préviamente exercitada.

É extremamente diferente ensinar uma disciplina para dela dar-se um conhecimento geral básico ao estudante, ou tratar a mesma com a intenção de formar um pesquisador.

Nêste caso, tem-se que desenvolver o espírito crítico, especialmente por meio de seminários; se se tratar de uma disciplina experimental, a técnica de laboratório tem de ser desenvolvida no mais alto grau; tem-se de pôr à disposição do interessado uma bibliografia completa do assunto estudado; é necessário que êle concentre tôdo o seu tempo na pesquisa; deve-se desenvolver as suas faculdades da imaginação, etc.

2) Formado o pesquisador, para que ele se torne verdadeiramente útil, é indispensável fornecer-lhe os meios para as pesquisas e criar-lhe uma situação que lhe permita dedicar-se exclusivamente à pesquisa.

Isto é, senão impossível, ao menos extraordinariamente difícil com os padrões rígidos geralmente vigentes em nossas universidades.

Estas devem ser autônomas, de modo a poder aproveitar seus valores do modo mais conveniente, dando-lhes situações condicentes com a importância do trabalho realizado e ao mesmo tempo dispensando-os das tarefas usuais que lhes tomam quase tôdo o tempo.

Um instituto como o proposto poderia fazer muito para a criação dos pesquisadores no país.

O seu aproveitamento completo, entretanto, ainda dependeria da reforma de nossa burocracia universitária.

Essa reforma deverá consistir essencialmente em dar maior liberdade às instituições de pesquisas na aquisição de aparelhamento e contrato de pessoal, ficando elas sujeitas apenas à comprovação de que as respectivas verbas foram gastas convenientemente.

Julgo impossível desenvolver de modo conveniente o novo Instituto de Pesquisas Radioativas sem que para êle se contrate um certo número de especialistas nos ramos que êle se propõe desenvolver, podendo êsses especialistas vir quer da Europa, quer dos Estados Unidos.

A construção do novo prédio onde êle se instalará, vencidas que foram as dificuldades iniciais, já está sendo processada normalmente.

Dentro de alguns meses já poderemos contar com instalações que permitirão montar laboratórios adequados, nos quais poderão trabalhar os especialistas contratados, assistidos pelos elementos locais que nos fôr possível contratar.

4 - Ensino da Engenharia

Como conclusões gerais das observações que fiz e de estudos que há tempos venho fazendo sôbre o assunto, apresento as seguintes:

1) É necessário que as universidades sejam realmente autônomas. Essa autonomia, entretanto, deve ter um caráter bem mais amplo do que a até aqui considerada em nosso país.

Cada escola deve poder criar cadeiras das disciplinas do modo que julgar mais conveniente, mesmo a título de experiência.

Essa medida deve ser uma decisão de sua própria direção, independente das numerosas formalidades burocráticas que entre nós em geral a acompanham.

O progresso das nossas Escolas de Engenharia é de modo geral absolutamente entravado por isso.

Essa impossibilidade em criar novos cursos é barreira insuperável a êsse progresso.

Quando se quizer criar um curso novo, não deveria ser necessário que o Senhor Presidente da República, em processo devidamente instruído pelo Ministério da Educação e Cultura, envie uma mensagem ao Congresso Nacional criando um lugar de professor catedrático, padrão O, em determinada Escola.

O que se deveria permitir é que a referida Escola, por uma decisão de seu corpo técnico, crie o curso da nova disciplina, contraindo para isso os necessários professores.

É êsse o modo usual de proceder nas universidades americanas.

É êle que explica o extraordinário desenvolvimento que elas

têm tido.

2) Outro ponto importante é a dedicação exclusiva ao ensino e à pesquisa por parte de cada professor, qualquer que seja o seu grau e a sua posição dentro da universidade.

Alguns professores de assuntos técnicos nas universidades americanas costumam ser consultores da indústria.

Isto se faz, entretanto, dentro do ramo que eles lecionam.

A maioria, entretanto, dedica o seu tempo integral ao trabalho escolar.

É claro que, para pormos êsse sistema em aplicação é necessário criar entre nós condições adequadas, inclusive de remuneração, para que isso se dê.

3) Depende esta reforma da criação de uma mentalidade especial.

Para que um número conveniente de professores dediquem todo o seu tempo exclusivamente à Escola, é necessário que haja ambiente propício a essas atividades.

Para o ensino, é necessário melhorar consideravelmente os laboratórios.

Para a pesquisa é necessário criar os laboratórios e o pessoal apropriado.

4) No que se refere aos alunos, é de toda a conveniência que também eles consumam maior parte do seu tempo em trabalhos na escola.

Seria de todo o interesse criar nas próprias escolas, especialmente em laboratórios, lugares que pudessem ser ocupados pelos alunos e que lhes dessem uma remuneração suficiente para custear os estudos.

5) Quanto ao aperfeiçoamento dos engenheiros e à formação de pesquisadores, só o estabelecimento de cursos de pós-graduação permitiria a sua formação.

Seria assim da maior conveniência o desenvolvimento desses cursos nas próprias escolas.

Outra medida a meu ver muito conveniente seria a criação do Instituto Superior de Ensino Técnico e Científico a que me referi no presente relatório.

6) Quanto aos currícula das Escolas de Engenharia, não julgo

que estamos em condições de levar o nosso nível de especialização tão longe como nas escolas norte americanas.

Poderíamos, entretanto, levar o nível um pouco mais longe do que é realizado presentemente.

A título de sugestão, proporia, por exemplo, a seguinte divisão dos currícula:

A) Engenharia civil, subdividida em:

- 1) Construção
- 2) Transporte
- 3) Hidráulica e Saneamento

B) Engenharia mecânica e eletrotécnica, subdividida em:

- 4) Engenharia mecânica
- 5) Geração e transmissão da energia elétrica
- 6) Cálculo e construção de máquinas elétricas
- 7) Engenharia eletrônica, incluindo Comunicações

C) Engenharia de minas e metalúrgica, subdividida em:

- 8) Engenharia de minas
- 9) Engenharia metalúrgica

D)10) Engenharia química

E)11) Engenharia nuclear

De modo geral, os currícula poderiam ser comuns até o terceiro ano, havendo a especialização a partir do quarto ano, devendo o último ano ser dedicado especialmente a projetos e estágios.

7) Outro ponto importante a meu ver é retirar da legislação a obrigação das escolas seguirem padrões rígidos de cursos definidos em lei.

É êsse ponto diretamente ligado com a autonomia das Escolas. Sem êle é muito difícil que uma escola possa progredir e acom

panhar os progressos da ciência e da técnica.

Além disso, essa mobilidade dos cursos permitirá que as escolas diplomem diferentes categorias de engenheiros.

Poderá haver cursos de engenheiros destinados mais à rotina da profissão e de engenheiros de uma mentalidade mais alta.

Agradecendo a V.Excia. e aos dignos membros da Douta Congregação as facilidades que me deram para a realização da interessante viagem ao país amigo, apresento a V. Excia meus protestos de estima e consideração.-

(a) Francisco de Assis Magalhães Gomes
Diretor

Ao Exmo. Sr.
Prof. Mário Wernéck de Alencar Lima
DD. Diretor da Escola de Engenharia da U.M.G.
C A P I T A L

SERVIÇOS DE MIMÉOGRAFO
ED. I A P I - Sala. 1103
B E L O H O R I Z O N T E