

**O MODELO DE DESENVOLVIMENTO  
TECNOLÓGICO IMPLANTADO  
PELA AERONÁUTICA**

**ANTONIO PAIM**

Rio de Janeiro

Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica

1987

## SUMÁRIO

1. Relações entre ciência e tecnologia e seus reflexos na cultura brasileira .....	3
2. O momento histórico do surgimento do ITA .....	8
3. Principais realizações do CTA .....	16
4. Características básicas do modelo de desenvolvimento tecnológico da Aeronáutica .....	19

## 1. RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E SEUS REFLEXOS NA CULTURA BRASILEIRA

As relações entre ciência e tecnologia têm merecido muitas considerações de ordem teórica mas nem por isto se reduz a tema de exclusivo interesse acadêmico. Apresenta, ao contrario, graves implicações no modo pelo qual temos dado encaminhamento prático à questão. Antes de passar à análise dessas implicações – que é, nesta oportunidade, o aspecto mais relevante, já que este documento não tem caráter teórico ou acadêmico – parece imprescindível situar, ainda que esquematicamente, o estado da questão.

Os estudiosos da história da ciência assinalam que, embora a investigação científica possa conduzir e tenha conduzido a aplicações de ordem tecnológica, sempre que estas são colocadas como o seu objetivo primordial, a ciência entra em declínio. Joseph Bem-David examina em seu livro clássico The Scientist's role in Society. A comparative Study<sup>(1)</sup> a peregrinação da ciência para a Inglaterra, em vista de não se ter radicado na Itália, e logo em seguida para França, depois para a Alemanha e, finalmente, para os Estados Unidos. Ainda que o essencial consista no próprio acolhimento que a sociedade dá ao cientista, entre as razões intrínsecas dessa transmigração encontra-se a perda da capacidade de atrair pessoas criativas e bem dotadas. Somente a face da ciência que está voltada para a busca da verdade e do conhecimento desinteressado tem conseguido funcionar como um pólo de atração irresistível para sucessivas gerações.

Discute-se se essa característica não se resumiria ao ciclo histórico e que a pesquisa científica era obra de pessoas isoladas ou pequenos grupos, perdendo o sentido com o aparecimento da

---

<sup>1</sup> Ed. Prentice-hall, 1971. Tradução brasileira: O papel do cientista na sociedade. São Paulo, Pioneira, 1974.

chamada big science<sup>(2)</sup>, Parece que os modelos melhor sucedidos dessa big science souberam preservar o atrativo que a busca do desconhecido exerce sobre mentes privilegiadas, impondo poucas obrigações aos pesquisadores e tratando de desenvolver autonomamente as tecnologias. Entre os principais exemplos, cita-se o Laboratório da Bell Company, onde as pessoas que têm os seus projetos de pesquisa aprovados assumem com o patrocinador apenas o compromisso de indicar, no trabalho, que está desenvolvendo, tudo aquilo que pode ser patenteado<sup>(3)</sup>.

Esse registro é muito importante porquanto em nossa cultura prevaleceu o entendimento de que ciência é igual a ciência aplicada. O nosso atraso crônico na matéria resulta certamente de tal entendimento. Pelo menos é o que se pode concluir do contraste fixado na década de trinta e que nos permite imaginar desfecho alternativo diametralmente oposto. Vale dizer: o Brasil poderia estar entre os possuidores de prêmios Nobel, se outro tivesse sido o embasamento tradicional. Para comprovar tal assertiva não se torna necessário consignar todas as etapas do processo, mas alguns momentos precisariam ser fixados e enfatizados.

Portugal voltou as costas à Época Moderna e vinculou a ciência à reforma protestante. Para introduzir o novo tipo de saber da natureza, Pombal teve que se incompatibilizar com segmentos importantes da Igreja Católica e virtualmente destruir a Universidade medieval. Mas, ao fazê-lo, imaginava que a ciência estava acabada e conclusa, cumprindo tão somente aplica-la com vistas à restauração da riqueza e do prestígio de Portugal. A independência do Brasil seria obra da geração pombalina, imbuída dessa nossa certeza. E assim adotamos o modelo napoleônico de ensino superior – estribado

---

<sup>2</sup> No Brasil, esse e outros temas relacionados à ciência têm sido discutidos sobretudo por Simon Schwartzman.

<sup>3</sup> O centro de pesquisa mantido pela Bell Company emprega cerca de 20 mil pessoas, sendo o núcleo de pesquisa básica integrado por 6 mil técnicos, quase a metade dispendo do título de PhD. Fundado em 1925, esse centro permitiu à patrocinadora patentear mais de 20 mil invenções, entre estas todo o material que revolucionou as comunicações no período recente.

nas grandes escolas profissionais – e, durante todo o século XIX, os governantes ignoraram o que se passava na Alemanha, onde a Universidade se abriu à ciência, levando o pensamento científico alemão a uma altura desconhecida.

Alguns homens de grande clarividência, desde os anos setenta do século XIX, perceberam a significação e a relevância do que então se chamou de germanismo pedagógico. Contudo, não tiveram a ventura de ter suas idéias acolhidas. Ao invés disto, as velhas teses pombalinas ganharam extraordinário reforço com a adesão da elite militar ao positivismo e a influência que veio a adquirir com a República. Agora, a oposição à Universidade e à pesquisa científica encontra uma doutrina elaborada a adeptos fervorosos<sup>(4)</sup>.

Graças a tudo isto, a idéia de que a ciência estava pronta e conclusa vigorou ininterruptamente por mais de 150 anos em nossa cultura e somente seria contestada na década de vinte deste século<sup>(5)</sup>. O líder desta contestação é o grande matemático Manoel Amoroso Costa (1885/1928). Sua mensagem consegue empolgar a intelectualidade brasileira que se lança ao movimento em prol da Universidade, capitaneada pela Associação Brasileira de Educação (ABE). Atendendo, satisfatoriamente, as escolas em funcionamento no país à formação profissional da elite técnica de nível superior, a idéia da Universidade vincula-se à pesquisa. Amoroso Costa enfatiza que a reputação científica de um país se mede exclusivamente pela contribuição dessas pesquisas. No Brasil, prossegue, espíritos de

---

<sup>4</sup> O tema está amplamente estudado em A ilustração brasileira e a idéia de Universidade, de Roque Spencer Maciel de Barros (São Paulo, USP, 1959).

<sup>5</sup> Por isto mesmo o trabalho científico é obra de pessoas isoladas, em geral formadas em outros ambientes culturais. Para enfatizar esse aspecto, Simon Schwartzman começa o livro Formação da comunidade científica no Brasil (FINEP/Editora Nacional, 1979) com esta epígrafe: “Condenado pelos deuses, Sísifo tem a sina de levar uma grande pedra morro acima, para vê-la rolar ladeira abaixo, e recomeçar tudo novamente. É um trabalho insano, inglório, interminável. A maldição de Sísifo descreve, em boa parte, a própria história da comunidade científica brasileira, em que são poucos os sucessos e em geral efêmeros” (pág. XIII).

primeira ordem como Gomes de Souza e Otto de Alencar quase nada produziram que se tenha incorporado à ciência, em vista de seu isolamento e autodidatismo. A criação de estabelecimentos tendo como finalidade “além do ensino de ciência feita, e de formar pesquisadores em todos os ramos do conhecimento humano, permitiria ao país conquistar um lugar entre as nações dotadas de reputação científica”.

O fato de que a Universidade, criada nos anos trinta, tenha acabado por se transformar numa federação de escolas profissionais, levou ao esquecimento de que, pelo menos durante um período curto, tivemos no Brasil escolas dedicadas à pesquisa científica. Tal se deu no período que vai da criação da USP e da UDF (1935) até mais ou menos os primeiros anos do pós-guerra. Nesses anos, tanto no Rio como em São Paulo<sup>6</sup>) um pequeno grupo de jovens brasileiros passam a estudar com alguns professores estrangeiros, de grande e nomeada competência, liderados por dois físicos que faziam parte da vanguarda européia dessa ciência: Gleb Wataghin e Bernhard Gross.

O livro A formação da comunidade científica no Brasil, antes mencionado, contém o relato das dificuldades encontradas por esse pequeno grupo, inclusive falta de recursos e de apoio institucional. Contudo, a presença daqueles mestres criou uma situação inteiramente nova, autenticamente desconhecida em nosso ensino. Assim, Wataghin promoveu o contato direto de seus melhores alunos com os grandes nomes da física: encaminhou Mario Schemberg para trabalhar com Fermi e obteve bolsa para César Lattes em Cambridge.

Wataghin regressou à Itália em 1949. A pesquisa física limitou-se então às possibilidades oferecidas pelo acelerador de partículas doado pela Fundação Rockefeller. No Rio, graças ao choque entre a natureza do projeto da UDF e a tarefa primordial

---

<sup>6</sup> O ato formal de criação da USP é de janeiro de 1934 mas o ano letivo só começa em 1935. A UDF começou seus cursos nesse último ano e os manteve até abril de 1939, quando foi incorporada à Universidade do Rio de Janeiro (posteriormente Universidade do Brasil) para dar lugar à organização da Faculdade de Filosofia (mais tarde Faculdade Nacional de Filosofia).

atribuída às Faculdades de Filosofia – formação de professores para o ensino secundário – o clima de criatividade que vigorava nos principais ramos do saber extinguiu-se e virtualmente desapareceu (<sup>7</sup>).

A rigor, a experiência iniciada durou em torno de apenas dez anos, Ainda assim, gerou os três únicos registros da presença brasileira na física universal, a saber:

1) O simpósio de Radiação Cósmica realizado no Rio de Janeiro, de 4 a 8 de agosto de 1941, com a presença de missão científica norte-americana, chefiada por Arthur Compton, que viria a ser um dos responsáveis pelo Projeto Manhattan, de que resultou a construção da bomba atômica;

2) a descoberta, por Joaquim Costa Ribeiro, do fenômeno físico denominado efeito termo-dielétrico (produção de cargas elétricas associadas a mudança de estado físico de dielétricos); e

3) A descoberta de Meson-Pi, por César Lattes.

Trata-se, sem dúvida, de evento limitado. Mas contrasta, de modo flagrante, com todo o ciclo anterior, quando nossa presença na ciência mundial praticamente não ocorre. E mesmo na fase mais recente, quando há verbas vultosas e muitos centros de pesquisa.

De sorte que, também no caso brasileiro, o escasso avanço que temos registrado em matéria de pesquisa tecnológica decorre, muito provavelmente, da falta de apreço pela ciência no meio social e da tradicional incompreensão que, em relação a ela, manifestam as nossas elites.

---

<sup>7</sup> Análise do papel dessa instituição encontra-se no livro A UDF e a idéia de Universidade, de Antonio Paim (Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 1981).

## 2. O MOMENTO HISTÓRICO DO SURGIMENTO DO ITA

São vários os indícios de que, na década de trinta, criou-se no país ambiente favorável à implementação da pesquisa científica não apenas nas Universidades então estruturadas em São Paulo e no Distrito Federal. Em diversos setores do Governo tomam-se iniciativas tendentes à institucionalizá-la.

No Ministério da Agricultura organiza-se, em 1933, a Diretoria Geral de Pesquisas Científicas. Embora esse órgão haja sido extinto no ano seguinte, permitiu o aparecimento do Instituto de Química, depois denominado Instituto de Química Agrícola. Esse instituto, por sua vez, dá base à formação do Serviço nacional de Pesquisas Agrônômicas.

A Estação Experimental de Combustível e Minérios, do Ministério da Agricultura é transformada em Instituto de Tecnologia, e 1933, transferindo-se em 1934 para o Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, com a denominação que preserva até hoje de Instituto Nacional de Tecnologia. Entre os pesquisadores que passam a integrar os quadros do INT destaca-se Bernhard Gross.

Junto à cadeira de Física Biológica da Faculdade de Medicina da Universidade do Rio de Janeiro, Carlos Chagas Filho organiza, em 1937, o Laboratório de Biofísica, núcleo inicial do que, a partir de 1945, denominou-se Instituto de Biofísica.

É dessa década o ensino autônomo de química e o aparecimento de publicações especializadas, como Química e Indústria (1933). No âmbito da produção mineral, o Governo aprova um novo Código e procura organizar a pesquisa básica.

Em decorrência da unificação dos serviços dispersos, até então existentes, são sistematizadas e divulgadas observações meteorológicas realizadas em diversas parcelas do território nacional.

Em São Paulo, tem lugar a criação do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, em 1935, ao tempo em que se reorganizam órgãos tradicionais para dar lugar à formação de instituições como o



Instituto de Botânica e o Instituto de Zoologia, entre outros. Na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, de Piracicaba, organiza-se, em 1935, a cadeira de Genética, convidando-se professor estrangeiro para dirigi-la.

O novo ambiente repercutiu no meio militar, de que parece ser indicador expressivo a transformação da Escola de Engenharia Militar em Escola Técnica do Exército, em fins de 1933.

Essa última iniciativa não poderia ser relacionada, exclusivamente, ao movimento patrocinado pelos intelectuais com o propósito de criar a Universidade a fim de atender aos imperativos do desenvolvimento científico e não apenas à formação profissional. De parte da nova elite do Poder, a questão da modernização das Forças Armadas se formulava claramente, ainda no curso da campanha eleitoral.

Na Plataforma da Aliança Liberal, divulgada a 2 de janeiro de 1930, lê-se o seguinte: “Só as nações pobres são imprevidentes; só se despreocupam da sua segurança os países que, economicamente, pouco têm a perder. É uma lei histórica, inelutável, que dispensa exemplificação. Não se explica, por isso mesmo, o nosso descaso no tocante às Forças Armadas, já que é incontestável, sob muitos aspectos, o progresso material do Brasil. Devemos cogitar de pôr as instituições militares à altura da sua imensa responsabilidade, harmonizando-as com o crescimento da fortuna pública e privada, de que elas são a garantia natural.

Na medida dos recursos do erário, deve-se prover o Exército do material que lhe é indispensável, sobretudo no que se refere à artilharia e à aviação. Paralelamente, não devemos poupar esforços para desenvolver, entre nós, a indústria militar, com o aperfeiçoamento dos arsenais. Libertando-nos, tanto quanto possível, dos mercados estrangeiros na compra de material bélico, ao mesmo tempo fortaleceremos a nossa capacidade de resistência militar e deixaremos de drenar para o exterior o ouro que tais aquisições agora nos exigem”.

O propósito de implantar a indústria siderúrgica é relacionado diretamente à necessidade de fabricarmos as máquinas necessárias ao progresso da agricultura e também à produção dos armamentos que dêem suporte a nossa soberania (8).

Era natural portanto que, vitoriosos com a Revolução de 30, os homens que cercavam Getúlio Vargas tratassem de empreender aquelas iniciativas que, no seu parecer, contribuiriam para modernizar o Exército. Sem dúvida que a criação da Escola Técnica do Exército pode estar relacionada ao novo grupo no Poder.

Contudo, a criação do Instituto de Tecnologia da Aeronáutica parece obedecer também a outras influências, notadamente pelo fato de que pretendeu ser, desde logo, centro científico, delegando a tarefa de promover aproveitamentos tecnológicos a uma instituição paralela.

Os elementos da aviação militar foram atraídos para colaborar nas pesquisas científicas desenvolvidas por Wataghin e seu grupo, em São Paulo. Com base em seu próprio depoimento, Simon Schwartzman informa no livro antes mencionado: “Durante o ano de 1939, Wataghin, Occhialini e Pompéia dedicaram-se ao estudo dos raios cósmicos, utilizando, para isso, aviões militares que iam até a altura de 7 km (9). Entre os professores contratados para o ITA, vamos encontrar, como Diretor do Departamento de Física, justamente o colaborador de Wataghin referido no livro: Paulus Aulus Pompéia. Formado pela Politécnica em Engenharia Elétrica em 1935, estudou com Wataghin e mais tarde aprimorou seus conhecimentos trabalhando no Argon Laboratory de Chicago.

Iniciativa de tal magnitude não poderia vingar, por mais favorável que fosse o momento histórico, se não merecesse o patrocínio de homens idealistas e devotados. Com a autoridade de quem associou o seu nome, não só ao sucesso do ITA como

---

<sup>8</sup> A plataforma foi reeditada recentemente pela Câmara dos Deputados: Aliança Liberal – Documento da Campanha Presidencial, Brasília, 1982.

<sup>9</sup> Formação da comunidade científica no Brasil, item 1 do Cap. 9, pág. 251 e seguinte.

igualmente ao empenho de caracterização teórica do modelo de desenvolvimento tecnológico da Aeronáutica – consoante mencionaremos logo adiante – o Brigadeiro Tércio Pacitti teria ocasião de escrever:

“Desejamos deixar registrado, no corpo deste artigo, nomes de três grandes engenheiros brasileiros, que se destacaram nas décadas de 30 a 50: Edmundo de Macedo Soares e Silva, que entre outros méritos, foi um dos propugnadores para a criação da Escola Técnica do Exército; Casimiro Montenegro Filho, que dedicou sua vida útil aos ideais do CTA/ITA, homem de grande visão profissional e que, por capricho do destino, está hoje prejudicado em sua visão física; Álvaro Alberto, que lecionou na Escola Técnica do Exército, destacou-se nos primórdios da tecnologia nuclear no Brasil e foi o primeiro presidente do CNPq”.

Tais são em linhas gerais, os aspectos dignos de serem destacados no que se refere ao contexto cultural em que se tomou a decisão de criar o Instituto Tecnológico da Aeronáutica. Quanto ao processo mesmo de sua criação, para descrevê-lo sucintamente, vamos nos apoiar no histórico de cuja elaboração se incumbe presentemente o CTA (<sup>10</sup>).

No documento em apreço informa-se que “a organização de um curso de engenharia aeronáutica foi tentada, pela primeira vez no Brasil, em 1938, na Escola Técnica do Exército. Em 1940 formaram-se, na ETE, 8 engenheiros; no ano seguinte, 5. Somando-se a esses os formados no exterior, tinha-se um total irrisório para as necessidades, já naquela época, da aviação brasileira”. Com a criação do Ministério da Aeronáutica, em 1941, começa a ganhar corpo a idéia de formar-se um Centro Técnico devotado a essa tarefa Assim, em 1945, é aprovado o Plano geral da Comissão de Organização do Centro Técnico de Aeronáutica, que recomenda fazê-lo em São José dos Campos.

---

<sup>10</sup> M. Aer. – CTA – Assessoria Jurídica – Histórico da evolução do Centro Técnico de Aeronáutica (minuta), Versão resumida desse texto foi divulgada no Jornal do CTA (Ano I, nº 0, outubro, 1985).

Em relação a esse aspecto o levantamento do CTA esclarece o seguinte:

“Propunha-se, no plano, o estabelecimento de cursos de engenharia e de laboratórios especializados, para a produção de técnicos de grau superior nos diversos ramos de engenharia ligados à aviação para fomento da incipiente indústria aeronáutica, para auxílio à organização nacional da aviação comercial e civil, para intensificação da pesquisa científica e para cooperação técnica com a Força Aérea Brasileira.

Sediada essa organização em local que combinasse com os requisitos de clima e ambiente propícios à vida universitária, proximidade da maior área industrial do país, topografia e condições meteorológicas favoráveis aos ensaios e experiências da aviação, reunir-se-iam, em um CENTRO TÉCNICO DE AERONÁUTICA, um órgão de ensino superior – o INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA (ITA), nos moldes do Instituto Tecnológico de Aeronáutica de Massachussets e do Instituto Tecnológico da Califórnia; e em um INSTITUTO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO (IPD), projetos e departamentos de cooperação com a aeronáutica militar, correspondentes à organização da Força Aérea Americana em Wright Field, Ohio, e à da Estação Experimental da Aviação Naval norte-americana em Patuxent, Maryland; de cooperação com a aeronáutica civil, correspondente ao Technical Development Center da Civil Aeronautics Administration, em Indianapolis, Indiana, e ao Oklahoma City Center, também da C.A.A., e de cooperação com a indústria aeronáutica, correspondente às unidades de Langley Field, de Moffat Field, do National Advisory Committee for Aeronautics. A formação do Centro se faria em fase de desenvolvimento progressivo, partindo do Instituto Tecnológico de Aeronáutica”.

Cumprir enfatizar que, no modelo adotado, buscou-se levar a formação científica descompromissada aos níveis altos, no ITA, dispondo-se dos meios técnicos necessários à efetivação de pesquisas básicas. A questão das aplicações tecnológicas, que era certamente o

compromisso maior, foi deixada a uma instituição autônoma, o IPD. Esse modelo sintetiza a experiência daqueles países que conseguiram alcançar grande desenvolvimento científico e, subsidiariamente, notável progresso tecnológico. Essa experiência sugere ser necessário abrir, aos pesquisadores de talento, horizontes ilimitados e deixá-los descobrir por si mesmos que rumo tomar. Se revelaram maior interesse pelos aspectos puramente teóricos, saberão também atrair e direcionar aqueles que estejam vocacionados para as aplicações tecnológicas mais imediatas. E também se sentirão realizados pela obra dos discípulos que hajam escolhido esse caminho. Os dois tipos de pesquisadores dão harmonia ao conjunto e fazem avançar o conhecimento. A possibilidade de contar com a colaboração de professores estrangeiros familiarizados com esse tipo de ensino foi portanto decisiva.

Desde a fase inicial de planejamento, o Centro Técnico da Aeronáutica recebeu amplo apoio do Massachusetts Institute of Technology que, entre outras coisas, forneceu o primeiro Reitor do ITA, o prof. Richard H. Smith, de 1946 a 1949. A partir de 1950, o prof. Richard Smith exerceu as funções de Consultor Técnico da Comissão de Organização do CTA, tendo apresentado, em janeiro de 1952, um relatório do qual o levantamento a cargo do CTA, já referido precedentemente, destaca o trecho adiante:

“É também importante acentuar que a capacidade de pesquisa em uma nação depende mais dos pesquisadores com que conte do que dos meios e facilidades para pesquisa. Especialmente no campo da pesquisa pura, bons pesquisadores, livres de burocracia, alcançam bons resultados com orçamentos reduzidos e modestos recursos de laboratório. E a recíproca é ainda mais verdadeira. Pesquisadores hábeis, peados pela burocracia de laboratórios governamentais, onde lhes é dada pouca iniciativa e pouco poder de decisão, produzem notavelmente pouco, não importa quão pródigo seja o governo em fornecer-lhes equipamento e auxílios. Pessoal capaz é o primeiro e principal elemento de que deve dispor um centro de pesquisa e desenvolvimento que pretende ser bem

sucedido. Não foi por acaso que a Alemanha se fez industrialmente forte, com pesquisa independente, levada a efeito sob iniciativa privada, enquanto a França pouco se desenvolvia industrialmente, adotando o regime de pesquisa governamental, sob orientação administrativa.

Durante a II Guerra Mundial, e até hoje, o governo americano vem procurando de duas maneiras fortalecer a capacidade de pesquisa da nação. Recursos governamentais destinados à pesquisa, especialmente à pesquisa aplicada, foram várias vezes multiplicados, possibilitando assim a obtenção de facilidades maiores e melhor pessoal e permitindo pela primeira vez um embate do governo com os problemas mais árduos no campo da pesquisa. Os Estados Unidos começaram, ao mesmo tempo, a orientar-se no sentido de descentralizar o controle governamental sobre a pesquisa e o desenvolvimento...

O outro significativo avanço da pesquisa, nos Estados Unidos, deu-se no sentido de maior descentralização do controle federal e levou à criação, em caráter semi-independente, de grandes organizações civis de pesquisa, financiadas pelo governo, porém administradas por comissões governamentais alheias ao controle dos ministérios. Tais comissões são designadas pelo presidente, através de leis especiais e subordinam-se diretamente a ele. Exemplificando, lembrarei três organizações civis americanas, dedicadas à pesquisa em caráter semi-independente – National Advisory Committee for Aeronautics, National Research Council e a mais recente e muito mais ampla Atomic Energy Commission. Essas comissões semi-independentes de pesquisa e desenvolvimento recebem dotações globais do governo federal para atender a todas as exigências de seus orçamentos; têm capacidade legal para assinar contratos; podem criar e preencher funções; com inteiro poder sobre suas atividades administrativas, estão sujeitas apenas às restrições do serviço civil, no que respeita à admissão de pessoal, às dos ministérios militares, no que se refere à preservação de segredos, e naturalmente, suas propriedades e facilidades de pesquisa pertencem ao governo.

O principal centro de pesquisa e desenvolvimento em pequena escala existente nos Estados Unidos é a Rand (Research and Development Corporation), em Santa Mônica, Califórnia. É uma organização de pesquisa de caráter privado, sem objetivo de lucro, que trabalha especialmente para o governo – pelo qual é inteiramente financiada – mas também no interesse público geral. O governo, que, no caso da Rand, é representado pela Força Aérea Americana, faz designações de trabalho para aquele Centro, mas apenas em termos muito gerais. A diretiva do governo em relação à Rand é aproximadamente esta: ‘Estudo para obter o máximo para a defesa nacional dentro de um tolerável esforço de nossa economia’. O centro é absolutamente livre dentro dos limites de seu orçamento e das fronteiras de seu objetivo geral que é, em verdade, ilimitado. Cabem-lhe todos os direitos de uma instituição privada; pode assinar contratos relativos a materiais, equipamentos, pessoal e serviços, de acordo com suas necessidades; pode receber, fazer transações e adquirir propriedades; pode receber doações de fontes outras que não o governo; estabelece escalas próprias de salário e regulamento de serviço.”

### 3. PRINCIPAIS REALIZAÇÕES DO CTA

A primeira etapa de implantação do CTA – que à época se denominava Centro Técnico de Aeronáutica, tendo passado a designar-se Centro Técnico Aeroespacial, a partir de 1971 – concluiu-se no primeiro semestre de 1950. No segundo semestre daquele ano, inicia-se o funcionamento do ITA. Desde e então transcorreram menos de quatro decênios. Embora se trate de prazo relativamente curto, considerada a magnitude do projeto, o CTA conseguiu colocar-se entre os grandes centros mundiais ligados às atividades científico-aeroespaciais.

Presentemente o corpo técnico do CTA compõe-se de 5.400 pessoas, das quais 1.100 de nível superior. Acresce a esse contingente os alunos do ITA: 600 nos cursos de graduação e 240 na pós-graduação.

O CTA é integrado por cinco institutos que asseguram a consecução de seus objetivos maiores, a saber: ensino superior (a cargo do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA; pesquisas e desenvolvimento (efetivadas em três dependências: Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento – IPD, que projeta e desenvolve processos e produtos aeronáuticos, compreendendo não só aeronaves mas igualmente eletrônica e materiais e sistemas mecânicos; Instituto de Atividades Espaciais – IAE, com idênticas atribuições de pesquisa no setor espacial; e o Instituto de Estudos Avançados – IEAv, que se dedica à pesquisa pura e às tecnologias de fronteira) e transferência de tecnologia (Instituto de Fomento e Coordenação Industrial – IFI).

O principal feito do CTA consiste em ter logrado implantar a indústria aeronáutica no País. Os técnicos e laboratórios do CTA é que se incumbiram de produzir os primeiros protótipos de aeronaves. De sorte que, quando se decidiu organizar a EMBRAER, em 1968, tratava-se de construir uma empresa apta a operar comercialmente. O CTA não só transferiu toda a experiência tecnológica que havia acumulado no período precedente, como ajudou a nova empresa a organizar os laboratórios de pesquisa de que carecia para manter e



aprimorar suas linhas de produção. Com menos de vinte anos de funcionamento, a EMBRAER transformou-se numa das mais importantes indústrias aeronáuticas do Hemisfério Ocidental e tem seus aviões voando em trinta países situados nos diversos continentes.

O fato de que a EMBRAER tenha conseguido encontrar caminho autônomo de desenvolvimento permitiu ao CTA ocupar-se daqueles projetos capazes de assegurar que a Aeronáutica se mantivesse em dia com as tecnologias de ponta. Entre esses destaca-se a construção de veículo lançador de satélites.

O CTA produziu e lançou com sucesso um foguete de dois estágios, o Sonda IV, que deve permitir o domínio da técnica de pilotagem dos três estágios necessários à colocação de satélites em órbita. O Veículo Lançador de Satélites (VLS), etapa subsequente ao Sonda IV, estará capacitado a colocar em órbita satélite de aproximadamente 150 kg, em órbitas circulares de 700 km de altitude. O objetivo dessas etapas sucessivas é assegurar que, dentro de 15 ou 20 anos, o Brasil tenha pleno domínio dessa tecnologia que, no presente, encontra-se ao alcance de reduzido número de países.

O CTA dedica-se igualmente à construção de uma aeronave não tripulada; à pesquisa de sistemas bélicos e à sistematização do conhecimento técnico-científico da climatologia brasileira.

A experiência sugere que os projetos de interesse aeronáutico direto, desenvolvidos pelo CTA, propaguem-se a outros setores da economia. Estão, neste caso, os resultados que vêm sendo alcançados no terreno dos combustíveis e da propulsão. O CTA construiu um Motor Ciclo Otto a etanol, que será utilizado progressivamente na frota de ônibus, devendo promover substancial economia de óleo diesel, O CTA obteve igualmente combustível de origem vegetal, o Prozene.

No âmbito do Instituto de Estudos Avançados estão sendo conduzidas algumas pesquisas que terão o mérito de assegurar a continuidade do desenvolvimento científico do país em setores afins às atividades aeroespacial. Entre essas pesquisas, caberia destacar a

física das altas energias, a integração laser-plasma e o desenvolvimento de sistemas digitais baseados em microprocessadores para a área de teleprocessamento e de aquisição de dados.

This document was created using  
Smart PDF Creator  
To remove this message purchase the  
product at [www.SmartPDFCreator.com](http://www.SmartPDFCreator.com)

#### 4. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO MODELO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA AERONÁUTICA

A caracterização de aspectos isolados do modelo de desenvolvimento tecnológico da Aeronáutica, sobretudo para enfatizar essa ou aquela contribuição ao progresso do País, tem sido efetivada em documentos do Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento (DEPED) do Ministério da Aeronáutica, justamente o órgão ao qual incumbe assegurar a consecução dos objetivos do Ministério nos setores de ciência, tecnologia e indústria. Ao mesmo tempo, o Brigadeiro Tércio Pacitti estabeleceu um confronto entre esse modelo e os demais existentes no País<sup>(11)</sup>.

Contudo, elaboração sistemática do tema é a que vem sendo realizada pelo Brigadeiro Lauro Ney Menezes, em diversos ensaios publicados em revistas especializadas. Considerados os propósitos do presente documento, parece suficiente tomar-se por base a síntese que divulgou no artigo “Ciência e Tecnologia nas Forças Armadas Brasileiras: o modelo da Força Aérea”<sup>(12)</sup>.

Apresentando a questão de modo sumário para posterior desdobramento, são estas as características essenciais do modelo de desenvolvimento tecnológico da Aeronáutica apontadas pelo Brigadeiro Menezes:

- a) desenvolvimento a longo prazo (não imediatista);
- b) educação considerada como investimento;
- c) o ensino da ciência e tecnologia pautado em padrões de excelência;
- d) formação de mentalidade;

---

<sup>11</sup> No estudo “Tecnologias Avançadas – aspectos estratégicos”, 2ª ed., Ecomar-Deped, 1981. Nesse estudo estão analisados seis modelos: I. Empresas estatais; II. Empresas estrangeiras sem incentivo; III. Empresas estrangeiras com incentivo; IV. Empresa privada associada à estrangeira; V. Empresa privada totalmente nacional; VI. Empresas oriundas de um sistema educacional, que é o caso da EMBRAER.

<sup>12</sup> Publicado na Air University Review, Maxwell, Asb Alabama, outono, 1984.

- e) formação de massa crítica;
- f) horizonte profissional para os jovens integrantes;
- g) busca de tecnologias de fronteira; e,
- h) busca da independência tecnológica.

O núcleo da caracterização do Brigadeiro Menezes consiste no reconhecimento de que a independência de um país repousa na capacidade de gerar a sua própria tecnologia. Não há nesse terreno independência completa, é óbvio. A esse propósito, aliás, o Brigadeiro Pacitti encontrou, no documento citado, uma expressão muito feliz ao escrever que não se pode, no plano considerado, aspirar a uma independência completa, mas a uma forma de interdependência tecnológica livremente assumida. Semelhante interdependência seria aquele ponto de equilíbrio em que a dependência em alguns setores seja contrabalançada em outros, minimizando-a quando se trata de segmentos e delineando suas alternativas estratégicas.

Ao mesmo tempo em que veio a se transformar em penhor da soberania – e talvez por isto mesmo – a tecnologia jamais é doada, dificilmente se compra por ser cara e, normalmente – enfatiza o Brigadeiro Menezes – não se consegue através de uma associação puramente comercial entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos. A capacidade de absorção é também uma componente inarredável.

Por tudo isto, acrescenta textualmente o Brigadeiro Menezes:

“É por essa razão que a tecnologia tem que ser gerada no próprio país, adaptada à sua cultura e ao estágio de desenvolvimento; e, neste campo, para se atingir um determinado grau de independência, há necessidade de se formar, além de uma mentalidade, uma massa crítica de elementos altamente qualificados e, com muito paciência e inteligência, escolher a trajetória mais indicada para suas conquistas. E isso só será possível quando fundamentada em uma educação orientada.”

Justamente o fato de ser um modelo de desenvolvimento apoiado num sistema educacional é a característica que o Brigadeiro

Pacitti toma como referência ao confrontá-lo com os outros modelos em operação no País. Resumidamente destaca o Brigadeiro Pacitti os aspectos adiante resumidos, no que respeita a esse sistema educacional.

Buscou-se um processo de longo prazo, baseado na convivência entre professores e alunos num estabelecimento de ensino. Com vistas a esse objetivo, atraiu-se para São José dos Campos profissionais e educadores, os melhores possíveis na época, do MIT, de Stanford, de Berkley, da USP, do IME, da UFRJ e de outras escolas, o sentido de formar engenheiros que pudessem, em futuro próximo, enfrentar o desafio tecnológico no setor aeronáutico.

Aos alunos foram asseguradas as condições materiais requeridas para que pudessem dedicar-se ao ensino em regime integral e exclusivo.

Além da formação profissional de melhor nível, estabeleceu-se desde logo que os alunos seriam despertados para o papel que lhes incumbia desempenhar no cenário tecnológico do País<sup>(13)</sup>.

O ensino também não teve em vista a simples absorção do conhecimento existente, mas buscou igualmente despertar o interesse em sua ampliação para a obtenção de novos conhecimentos. Para esse fim, os alunos foram sendo familiarizados com técnicas de pesquisa e colocados ao seu alcance laboratórios de ensaios e aparelhos de testes e medidas.

Em conclusão, escreve o Brigadeiro Pacitti no estudo antes mencionado, o objetivo central do sistema de ensino, assim concebido, consistia em dar surgimento à indústria aeronáutica brasileira.

Embora equivalendo a traço essencial – e certamente exclusivo em nosso país – o fato de achar-se associado ao ensino não

---

<sup>13</sup> No estudo mencionado, o Brigadeiro Tércio Pacitti apresentou a seguinte imagem, muito expressiva: “Ilustrando, o ideal seria conseguir, de cada pessoa envolvida no processo, resposta semelhante à do pedreiro que assentava tijolos numa construção, quando lhe perguntaram o que fazia: ‘Estou construindo uma catedral’, respondeu com orgulho.”

explica integralmente o sucesso do modelo de desenvolvimento tecnológico da Aeronáutica. Por isto mesmo, é imprescindível levar em conta a caracterização do Brigadeiro Menezes, que chama a atenção para todo um conjunto de circunstâncias, parecendo mais adequado contribuir o êxito ao conjunto e não a esse ou àquele aspecto isolado.

Assim, a presença de mentalidade favorável ao desenvolvimento tecnológico autônomo corresponde a um elemento-chave, tanto para que se tornasse possível a criação do ITA como igualmente para ampliar o seu campo de ação implantando-se o CTA, e também na sustentação de tais iniciativas.

No famoso **Vocabulaire Technique et Critique de la Philosophie** (10ª edição, 1968), Lalande define **mentalidade** como sendo o conjunto de disposições intelectuais, hábitos do espírito e convicções fundamentais de um indivíduo. Vale dizer: a mentalidade não se forma pela simples aquisição desse ou daquele conhecimento ou convicção, resultando de um verdadeiro processo que, no caso de uma geração e não apenas de um indivíduo, requer naturalmente uma liderança decidida, que saiba dar sistematicidade ao seu pensamento, de modo a permitir que se transmita às gerações subseqüentes.

Em se tratando de uma nação, sobressai a relevância das tradições culturais existentes em relação ao aspecto considerado. No caso da ciência e da tecnologia de ponta, como vimos, as circunstâncias vigentes no país não eram favoráveis ao exercício da criatividade, desde que se supunha tudo estivesse feito nessa matéria, cabendo aos brasileiros apenas assimilar o que fora inventado pelas nações mais avançadas.

A presença de condições desfavoráveis à mentalidade emergente na Aeronáutica ressalta o papel dos criadores do ITA. Era mister fazer surgir uma nova tradição, de todo inexistente na cultura luso-brasileira, ou seja, trabalhar em campo inteiramente virgem.

Os propugnadores da nova maneira de encarar o problema da geração de tecnologia deviam estar imbuídos da certeza de que os resultados não seriam automáticos. Era imprescindível buscar o

**desenvolvimento a longo prazo**, contrapondo-se a todo imediatismo. Este é, sem sombra de dúvida, componente essencial do modelo de desenvolvimento tecnológico da Aeronáutica.

Sem tal estado de espírito não teria sido possível persistir ao longo de vinte anos, que é justamente o prazo transcorrido entre os passos iniciais para a organização do ITA, no último pós-guerra, e a criação da EMBRAER, em 1968. O período transcorrido será ainda mais dilatado se considerarmos que a produção em série de aviões só se inicia em 1971, ano em que foram produzidos sete aviões do tipo Xavante e seis do tipo Ipanema. A linha de fabricação do Bandeirante estaria operando a partir de 1972.

Outro traço distintivo essencial do modelo de desenvolvimento tecnológico da Aeronáutica consiste em considerar a **educação como investimento**. Dizê-lo significa não apenas enfatizar o que já é de todos conhecido, isto é, que a Aeronáutica, quando adotou a nacionalização como estratégia para o reequipamento da Força Aérea, empreendeu como primeiro passo a criação de uma Escola. Além disto, quer-se destacar que a indústria que vai surgir e resultado de todo o processo não deverá ser onerada com reposição dos dispêndios exigidos pela pesquisa. Tais dispêndios, no caso específico, são parte do orçamento militar como seriam do Estado se se optasse pela universalização, no País, do modelo de desenvolvimento tecnológico que ora buscamos caracterizar.

Em favor de sua tese, o Brigadeiro invoca, no texto que estamos tomando por base, o exemplo americano. Escreve: “entre 1/3 e 1/4 dos cientistas e engenheiros nos EUA estão engajados em programas suportados pelo Ministério da Defesa, o que assegura, a esse Ministério, um poder incalculável na formulação e no direcionamento do tipo de pesquisas a serem realizadas e no tipo de produto a ser obtido. Mais da metade dos US\$ 400 bilhões gastos nos EUA por ano para P&D provém do Governo Federal e, nesse caso, a metade disso provém dos orçamentos do Ministério da Defesa. Além disto, a nação americana fundamenta sua postura de defesa e

segurança quase inteiramente na superioridade tecnológica, o que torna a P&D o ponto focal dos esforços do governo e a base para a indústria de defesa”.

O modelo de desenvolvimento tecnológico da Aeronáutica repousa ainda no ensino da ciência e tecnologia pautado em padrões de excelência. As metas que se fixaram em termos de padrões a serem alcançados foram, desde o início, as mais altas. O ITA não poupou esforços no sentido de tornar-se uma instituição apta a conquistar um lugar ente os melhores institutos congêneres em funcionamento no mundo. As exigências se estendem tanto aos alunos<sup>(14)</sup> como aos professores, estes recrutados entre o que havia de melhor não apenas no Brasil como também no exterior.

Outro laço importantíssimo no modelo de desenvolvimento tecnológico da Aeronáutica, destacado na caracterização do Brigadeiro Menezes, que ora comentamos, reside no que denominou de formação de massa crítica. O ITA trabalhou sempre, para usar uma expressão do Brigadeiro Pacitti, “com pequenos números” e ainda hoje tem somente seiscentos alunos nos cursos de graduação e duzentos e quarenta na pós-graduação. Ainda assim, tais quantitativos sempre estiveram acima das reais necessidades da Aeronáutica, o que permitiu testar a competência dos engenheiros formados pelo ITA em outros setores da vida econômica brasileira. Graças a essa visão, seus méritos são hoje reconhecidos em toda a indústria nacional, sendo-lhes em parte creditados os êxitos de muitos projetos desenvolvidos na área das comunicações, da eletrônica, etc.

Para atuar em semelhante direção, era necessário buscar deliberadamente massa crítica, isto é, um contingente numérico representativo e que, desse ângulo, assegurasse a sobrevivência do

---

<sup>14</sup> Os passos empreendidos na conquista de semelhante objetivo acham-se brilhantemente resumidos pelo Brigadeiro Pacitti no artigo “Ideais do ITA” (ITA – Engenharia, vol. 5, nº 2, junho, 1984), No que respeita especificamente aos alunos, foram-lhes asseguradas todas as condições requeridas pela dedicação exclusiva à escola, bem como aos meios exigidos pelo aprendizado (laboratórios, recursos técnicos, etc.). Além disto, instituiu-se sistema de menções honrosas, prêmios e outros estímulos aptos a motivar o estudante na busca do aperfeiçoamento.



grupo. Parece desnecessário enfatizar a importância dessa diretriz, porquanto é intuitivo perceber-se que não se teria a resultante se, pelo caráter restrito dos técnicos e pesquisadores formados, estivessem ameaçadas a sua perpetuidade e auto-reprodução.

A Aeronáutica preocupou-se também em assegurar **horizonte profissional** aos jovens atraídos para o seu modelo. Muitas das iniciativas brasileiras no terreno da pesquisa se têm frustrado justamente pela ausência de preocupação em garantir o aproveitamento daqueles que chegam a acreditar na iniciativa. E não apenas isto: o jovem criativo, dotado de espírito de pesquisa, requer ser estimulado a gratificar-se sobretudo com os êxitos do seu trabalho. E isto jamais será alcançado se não estiver seguro da continuidade do projeto em que está engajado, enfim, se não dispuser de um **horizonte**.

A possibilidade de aplicar os conhecimentos adquiridos foi criada, desde o primeiro momento, pela busca de excelência no preparo dos técnicos. A experiência sugere que a sociedade sempre encontre lugar para os melhores. Os passos seguintes consistiram na organização do CTA e, mais tarde, da indústria aeronáutica, **graças ao quê o aproveitamento do pessoal especializado se deu no setor específico** para o qual estavam sendo preparados.

O último traço do modelo de desenvolvimento da Aeronáutica, na hipótese do Brigadeiro Menezes, seria a **busca de tecnologia de fronteira**, considerando que, nesta exposição de seu ponto de vista, admitimos que a mentalidade poderia ser tomada isoladamente como uma espécie de suporte último de todo o processo, enquanto a **busca de independência tecnológica**, seria o seu objetivo final, pontos estes que, sendo essenciais ao modelo, foram a seu tempo caracterizados.

A busca de tecnologias de fronteira se justifica de dois ângulos precisos. Tomando-se o País como um todo, conseguimos dominar praticamente toda a gama de processos usados no que se poderia chamar de tecnologias convencionais, a exemplo daquelas que são empregadas nos métodos construtivos; na siderurgia e na

metalurgia; na obtenção dos produtos típicos da química de base e assim por diante.

Contudo, quando se trata de setores tais como energia nuclear e outras formas alternativas aos combustíveis tradicionais; eletrônica digital, telecomunicações e computação, que formam um outro segmento; plantas integrais da indústria química, notadamente a denominada química fina; metalurgia e mecânica de precisão, para só mencionar os mais importantes, estamos flagrantemente atrasados. Mais grave é a circunstância de que para utilizar adequadamente tais tecnologias de ponta, precisaríamos começar pela pesquisa básica, a exemplo do que fizemos na Aeronáutica, o que requer, consoante temos acentuado, prazos dilatados.

Do ponto de vista da Aeronáutica, não se pode perder de vista que o avião é um produto altamente sofisticado, incorporando os avanços tecnológicos obtidos nos mais diversos setores industriais. Além disto, os programas aeroespaciais têm se revelado como setores privilegiados dos mais expressivos progressos da técnica no presente momento histórico de evolução da humanidade.