

Século XXI — quem saltará na frente

Heitor Biolchini Caulliraux

Pós-graduação em Engenharia Nuclear — UFRJ.

Interregional training Course on Nuclear Power Project.

Planning and Implementational — Illinois.

Curso Interregional de Capacitacion en la Garantia de Calidad —
Junta de Energia Nuclear — Madri.

Coordenador de Comércio e Indústria da Comissão Nacional de
Energia Nuclear.

SÍNTESE

O crescente desenvolvimento da ciência e tecnologia japonesas, a partir do final da última década, está ameaçando a supremacia americana, tradicional e fortemente estabelecida. O trabalho se propõe a confrontar esses dois gigantes, apresentando, dentro do possível, a arrancada japonesa alicerçada em suas modernas instituições de ensino, de pesquisa e desenvolvimento. São invocados testemunhos de tecnólogos americanos que não só reconhecem a supremacia nipônica em determinadas áreas, como ainda colocam sob suspeição a permanência americana na liderança tecnológica na virada do milênio.

Palavras-chave:

- tecnologia de ponta

Janeiro/1987

INTRODUÇÃO

Por milênios as civilizações vêm se deslocando do oriente para o ocidente. Nos últimos séculos paralisaram na Europa e nas Américas. Há poucas décadas, entretanto, o movimento atravessou o Pacífico e ressurgiu na Ásia. Um dos menores países do mundo — que somente em 1869 eliminava o feudalismo e três anos mais tarde iniciava um processo maciço de escolarização, instituindo suas primeiras universidades está assumindo a vanguarda do desenvolvimento científico. No limiar do terceiro milênio da era cristã, o Japão experimenta uma ascensão cultural, científica e tecnológica ímpar no mundo atual.

O trabalho coloca frente a frente as duas maiores potências científicas e tecnológicas da atualidade: Estados Unidos da América e Japão. Utilizando recentes levantamentos feitos por expressivos órgãos da imprensa internacional especializados em tecnologia e negócios, além de dados oriundos de publicações igualmente voltadas à técnica e aspectos econômicos, objetiva-se apontar qual dos dois gigantes atravessará o século levando a palma da supremacia científico-tecnológica. Japão, país atualmente em voga, é mais reconhecido pelos seus produtos, havendo um desconhecimento genérico pelas instituições onde são gerados os conhecimentos e seus métodos de produção. Três grandes vetores da pesquisa, desenvolvimento e produção japoneses são descritos em linhas gerais, detendo-se com maiores detalhes no notável projeto Tsukuba — a cidade da ciência, nas imediações da Grande Tóquio, onde se concentra a maior força de P&D da nação; o Projeto Tecnópolis, que promove a dispersão por grande parte do território nipônico das indústrias de ponta em maior evidência atualmente e, por fim, a instalação do grande Centro Acadêmico de Kansai. A indagação constante do fenômeno nipônico, passando em meio-século do feudalismo à potência militar, é sucintamente explicada.

O INÍCIO

Em 1868, o Imperador Meiji, que assumira o poder um ano antes, faz um juramento de cinco itens, dando ênfase ao respeito pela opinião pública, ao desenvolvimento das relações com países estrangeiros e à pesquisa pelo conhecimento avançado e amplo. Tóquio tornara-se capital do país. Três anos mais tarde tem início a difusão do ensino em todos os níveis, as primeiras universidades são estabelecidas e em 1886 é reorganizada a Tóquio Imperial University. A nação passa a experimentar um rápido crescimento econômico e a marcar sua presença política na região. Inúmeras indústrias de base são implantadas juntamente com uma moderna indústria militar. Diversas instituições de pesquisa são fundadas, principalmente no grande cinturão Tóquio-Osaka-Nagóia, utilizando o potencial nacional que tinha se formado no Ocidente (Beasley).

Nos anos 30, o Japão — já com características de país ocidentalizado marchando ainda segundo o slogan estabelecido no período Meiji, Fukoku Kyohei — Prosperidade Nacional e Poder Militar — completa a sua expansão territorial e, provido de moderno exército e excelente marinha de guerra, lança a sua última cartada para

se manter líder absoluto do lado do Pacífico. Seu poderio avançado surpreendeu o mundo mas foi impotente para sustentar uma vitória. Os anos do pós-guerra foram uma dura provação que o povo japonês teve que suportar. A tese agora era produzir e exportar para poder manter um dos maiores contingentes humanos do mundo, então confinado ao seu arquipélago de 378 mil quilômetros quadrados de configuração ingrata. Os produtos japoneses hoje são aceitos em todo mundo, sem a acusação de falta de originalidade e cópia aprimorada de produtos ocidentais, que durante décadas lhes pesaram. Havia, entretanto, razões para os japoneses não serem tão originais. Para compensar a perda dos mercados das suas indústrias tradicionais, que dominaram o sudoeste asiático até 1945, o Japão deveria produzir novos bens para assegurar uma cota adequada do mercado mundial em expansão. O MITI — Ministry of International Trade and Industry — indicou que as produções mais vantajosas, em termos de retorno, seriam aquelas da indústria pesada; isto é, aquelas que necessitavam uma tecnologia avançada e maciços investimentos de capital, tais como aço, construção naval, eletrônica, automóveis, petroquímica etc. (ARIKI)

Em tempo extraordinariamente curto, o Japão, favorecido em parte pela crescente liberação do comércio externo do mundo capitalista, consegue colocar em ação um mecanismo de certa maneira caótico, mas em última análise extremamente eficiente e complexo de incentivo *lato sensu*, em benefício de suas grandes empresas ligadas as indústrias de exportação.

O desenvolvimento industrial, que adotou o modelo seguido pelos Estados Unidos e alguns países desenvolvidos do Ocidente, apresentava ao mesmo tempo aspectos positivos e negativos. O mais importante desses aspectos é que o Japão utilizaria a tecnologia já experimentada com pleno sucesso no Ocidente, economizando assim despesas provavelmente inúteis para atividades de pesquisa e desenvolvimento. Dessa forma, estaria capacitado a concentrar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento naqueles setores que reforçavam seu poder contratual, nas negociações com o Ocidente e em particular com os Estados Unidos, para compra de tecnologia. Dos aspectos negativos constam, entre outros, como o Japão foi atingido de uma maneira bem dura em tempos de crise econômica, em decorrência dos acontecimentos externos, devido ao enfraquecimento da sua posição relativa a estes produtos tecnologicamente sofisticados. A feliz coincidência de um período de prosperidade mundial com o conseqüente desenvolvimento japonês permitiu que os aspectos positivos superassem em muito os negativos. Por conseguinte, o Japão realizou um notável progresso econômico, da metade dos anos 50 até pouco antes da primeira crise petrolífera de 1973.

Digno de nota é também o fato de que a imitação dos processos industriais do Ocidente avançado, como meio de conquistar uma crescente cota do mercado mundial, punha em movimento no Japão uma cadeia causal de interdependência econômica. Durante grande parte do período analisado em quase todas as indústrias tecnologicamente avançadas, o Japão assumia a posição de um produtor marginal, isto é, um produtor que complementava a demanda não satisfeita pelos produtores tradicionais do Ocidente. Em conseqüência, o Japão era obrigado a colocar seus produtos a preços impostos pelos

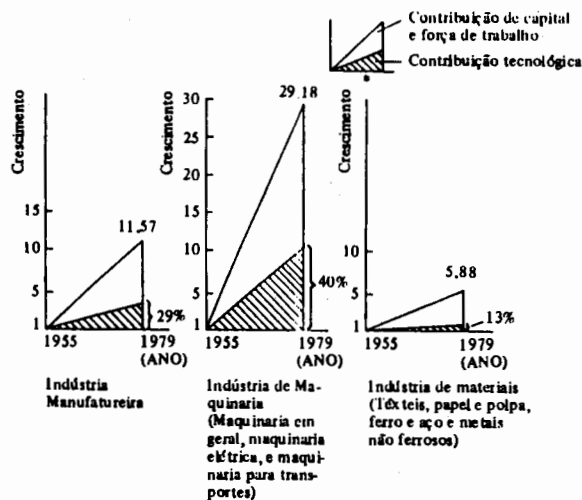
principais exportadores estrangeiros. Entretanto, quando se verificava que a produção japonesa era ainda inferior a dos Estados Unidos e dos países da Europa Ocidental, qualquer ganho na produtividade de suas empresas exportadoras, superior a aqueles de seus concorrentes, aumentava proporcionalmente os lucros dessas grandes empresas japonesas.

Enfim, o papel do Japão, como produtor marginal de bens tecnologicamente avançados para o uso civil, determinou o caráter da sua participação no mercado mundial e o mecanismo interno com o qual realizou o seu desenvolvimento econômico.

No início dos anos 70, muitas indústrias japonesas de exportação passaram a produzir bens ao mercado mundial: aço, navios, automóveis, produtos de eletrônica etc. A partir de então, todos os mecanismos com os quais o desenvolvimento econômico japonês tinha sido realizado começaram a se modificar. A partir da crise do petróleo de 1973 e da depressão de 1974-75, a economia japonesa parece entrar em nova fase. Embora seja difícil precisar que fatores determinarão o curso de seu desenvolvimento no próximo decênio, é seguro afirmar, com suficiente convicção, que o período do milagre econômico japonês, iniciado após a segunda guerra mundial, está terminado (ARIKI).

A esta afirmação final de Ariki é justa a indagação: talvez o milagre econômico japonês tenha realmente terminado, mas o milagre tecnológico não estará apenas começando? É o próprio Ariki que, mais adiante, reingressa nessa tese. No início dos anos 70, o MITI, o ministério de maior responsabilidade pelo milagre econômico, torna público o documento que aconselha a indústria japonesa a transformar sua própria estrutura na direção do alto *know-how*, isto é, a adotar a tecnologia mais avançada e reduzir a dependência da indústria nacional de matérias primas importadas.

A figura 1 mostra quantitativamente quanto o progresso tecnológico contribuiu para o aumento da produção.



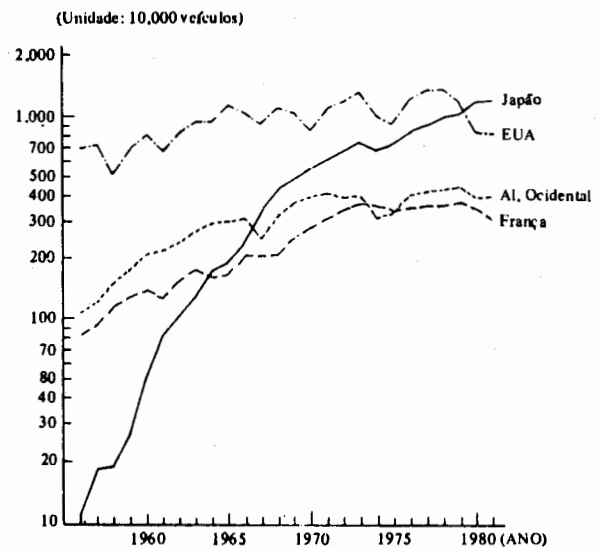
Fonte: The Economic Planning Agency.

Figura 1

Contribuição da tecnologia para o aumento da produção

De acordo com os gráficos, a produção na indústria manufatureira cresceu aproximadamente 12 vezes durante o período de 1955 a 1979, e o progresso tecnológico contribuiu com cerca de 30% deste crescimento, mostrando que ele desempenhou papel considerável. A percentagem é extremamente alta na indústria de maquinaria, indústria típica de processo e montagem (Fuji Corporation).

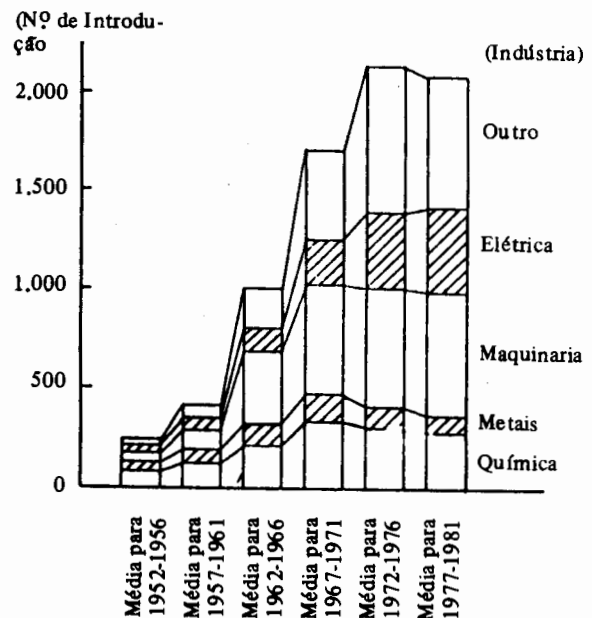
Também merece destaque a indústria automobilística, dotada dos mais altos padrões tecnológicos mundiais e do poder competitivo no setor dos carros de pequeno porte (figura 2) (Fuji Corporation).



Fonte: The Japan Automobile Manufacturers' Association.

Figura 2

Produção de automóveis nos principais países



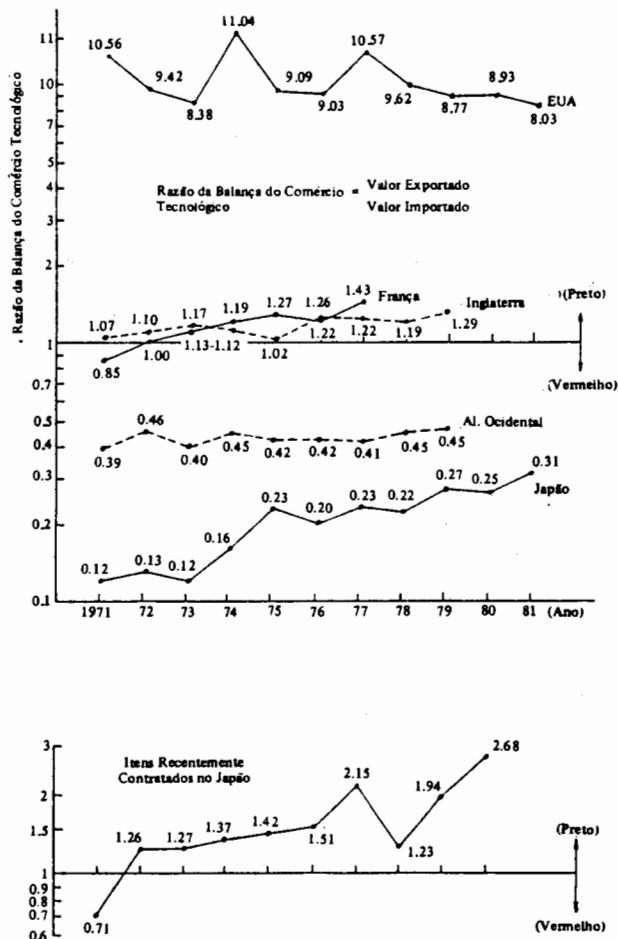
Fonte: The Science and Technology Agency.

Figura 3

Variações nos números de importação de tecnologia

O grau de dependência tecnológica japonesa, oriunda de outros países, pode ser mostrado estatisticamente observando-se o número de tecnologias introduzidas e o valor pago por elas. A introdução de tecnologias que permitiram ao Japão crescimento acelerado começou em 1975, segundo um sistema aprovado pelo governo. Subseqüentemente, em decorrência do rápido desenvolvimento da economia nipônica em direção à expansão do comércio internacional, o número de aquisições de novas tecnologias aumentou aceleradamente, como mostra a figura 3 (Fuji Corporation).

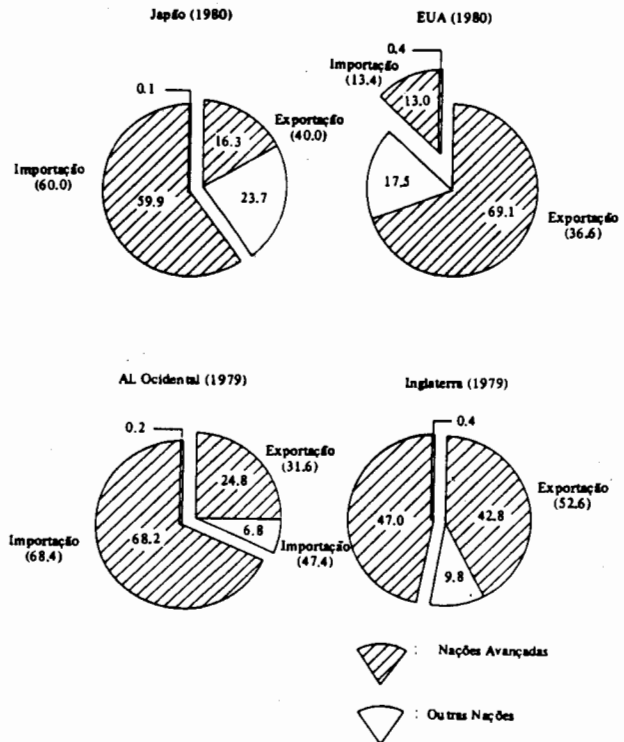
Em anos recentes, os padrões de ciência e tecnologia do Japão vêm se aproximando das nações avançadas da Europa e dos Estados Unidos e, como resultado, o país tem se tornado, também, um exportador de tecnologia. As mudanças nas balanças do comércio tecnológico podem ser vistas na figura 4 e na figura 5.



Fonte: The Statistics Bureau, Prime Minister's Office.

Figura 4

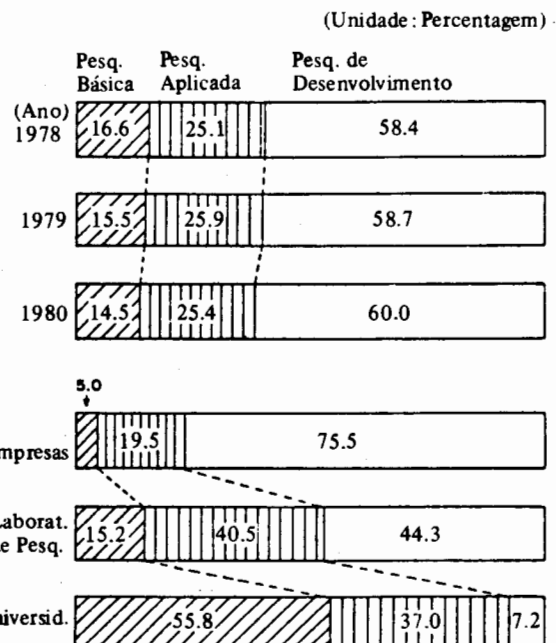
Variações nas balanças do comércio tecnológico



Fonte: The Statistics Bureau, Prime Minister's Office.

Figura 5

Estruturas das balanças do comércio tecnológico das nações líderes



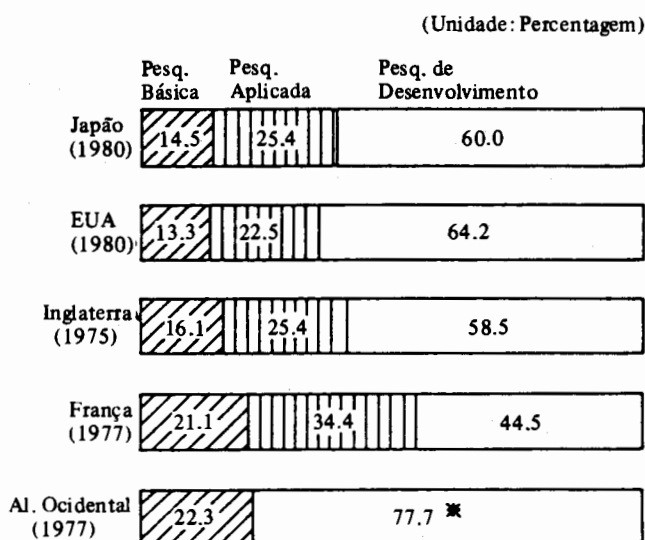
Fonte: The Statistics Bureau, Prime Minister's Office.

Figura 6

Gastos no Japão por tipo de pesquisa

Pode-se ver a distribuição da estrutura das balanças do comércio tecnológico do Japão, Estados Unidos, República Federal da Alemanha e Inglaterra (Fuji Corporation).

Uma das mais propaladas inverdades é a acusação como que o Japão pouco investe em pesquisa básica, preferindo como objetivo maior o desenvolvimento onde o retorno é assegurado e rápido. A figura 6 mostra, em três anos consecutivos (de 1978 a 1980), os percentuais aplicados em pesquisa básica, pesquisa de desenvolvimento, no Japão como um todo, e os setores onde elas se verificaram: empresas, laboratórios de pesquisa e universidades.



Nota: Pesquisa Aplicada e Pesquisa de Desenvolvimento não são Separadas na Alemanha Ocidental.

Fonte: The Statistics Bureau, Prime Minister's Office

Figura 7

Gastos por tipo de pesquisa

Esse perfil é característico de país altamente desenvolvido. Na figura 7, cinco gigantes são comparados: Japão, Estados Unidos, Inglaterra, França e Alemanha Ocidental, apresentando o Japão o melhor equilíbrio entre seus concorrentes (Fuji Corporation).

Onde o Japão se move para frente em busca de melhores condições para "produzir pesquisa e desenvolvimento"?

Tsukuba

Tsukuba Science City é a resposta ao desafio que este país oriental lançou na direção da supremacia tecnológica do século XXI.

Em 1961 o Gabinete japonês examinou a possibilidade de transferir unidades governamentais cuja permanência na área de Tóquio não era essencial, numa tentativa de descentralização populacional. Dois anos mais tar-

de, o Gabinete designou Tsukuba, literalmente "Lugar de Heróis", campo de treinamento do esquadrão *kamikaze* durante a II Grande Guerra, como área propícia para instalar uma nova cidade da ciência. Em 1966 a área é comprada e, em 1968, o primeiro estabelecimento de pesquisa começa a ser construído, um equipamento em escala experimental para investigação de terremotos pertencente ao National Research Center for Disaster Prevention. Em 1969, o Gabinete estabeleceu o prazo de dez anos para a completa transferência de instituições que se encontravam principalmente na área da Grande Tóquio. Em 1972 foram selecionadas 43 instituições educacionais e de pesquisa para terem suas edificações iniciadas. Em 1975, o Gabinete decidiu prolongar a data para efetivar as transferências para o ano de 1979. Finalmente, em 1980, todas as 43 instituições educacionais e de pesquisas estavam instaladas em Tsukuba (Tsukuba City-Opúculo).

Tsukuba Science City está localizada na Prefeitura de Ibaraki, cerca de 60 quilômetros a noroeste de Tóquio e aproximadamente 40 quilômetros a nordeste do Aeroporto Internacional de Narita. Linhas férreas e rodovias fazem rápida ligação Tóquio-Tsukuba. A área da cidade da ciência é de 28.650 ha, estendendo-se sobre seis cidades. A área central ocupa 2.700 ha.

Tsukuba congrega duas universidades, 31 institutos governamentais de pesquisa, 7 outras instalações governamentais, 6 empresas governamentais e 7 institutos privados. Trinta e sete destas instituições foram transferidas da área de Tóquio e seus arredores. Os gastos com a instalação de Tsukuba, até 1979, foram de 1.040.000 milhões de Iens. A população da cidade, que era de aproximadamente 78.000 pessoas em 1970, pulou para 130.000 atualmente, e mais de 23.000 pessoas constituem a população flutuante (estudantes, visitantes, estagiários etc). O quadro de pessoal atinge a cifra de 11.400 pessoas, das quais 6.500 dedicam-se às atividades de pesquisa e desenvolvimento. Cerca de 30% do pessoal de todos os institutos do governo e cerca de 45% do total dos envolvidos em pesquisa governamental estão concentrados na cidade.

Instituições de pesquisa e universidades de Tsukuba

- Universidade de Tsukuba. Consta de três agrupamentos de colégios, cada um com 3 ou 4 escolas cobrindo os campos humano, social e científico, e três outras escolas: medicina, educação física e artes, totalizando 6.500 estudantes. Na pós-graduação estão cerca de 2.000 estudantes. O corpo docente, aproximadamente 1.500 professores, pertence aos 26 institutos de pesquisa onde se realiza a pesquisa individual. Complementam a universidade uma biblioteca, hospital universitário e outros centros educacionais e de pesquisas.
- Universidade de Biblioteconomia e Ciência da Informação. Provê um curso de 4 anos que conclui com bacharel em artes. A cada ano, 120 estudantes são admitidos. O curso de mestrado foi iniciado em 1984.
- Laboratório Nacional para Física de Altas Energias. Dispõe de um sincontron para prótons com 12 GeV como principal meio de pesquisa.
- Centro Agregado de Educação Nacional, cuja tarefa especial é o aprimoramento do ensino e intensificação dos conhecimentos pedagógicos.

- Jardim Botânico de Tsukuba e Museu de Ciência Nacional cujo principal objetivo está na taxonomia experimental de plantas.
- Centro Internacional de Tsukuba, pertencente a JICA — Japan International Cooperation Agency, voltado ao crescimento sócio-econômico dos países em desenvolvimento. A JICA convida diversas pessoas oriundas de países do terceiro mundo, recebendo, em média, 400 estagiários por ano.
- Centro de Treinamento Internacional de Agricultura de Tsukuba, também da JICA, provê treinamento de estagiários do terceiro mundo em técnicas agrícolas para produção racional e alta produtividade.

Grupo de Construção

O elenco é composto de:

- Centro Nacional de Pesquisa de Prevenção de Acidentes;
- Centro de Desenvolvimento em Engenharia de Construção de Telecomunicações de Tsukuba;
- Instituto de Observação Geográfica;
- Instituto de Pesquisas de Obras Públicas e
- Instituto de Pesquisas de Edificações.

Grupo de Ciência e Tecnologia

- Instituto Nacional de Pesquisa em Metais;
- Instituto Nacional para Pesquisa em Material Orgânico;
- Centro Espacial de Tsukuba;
- Instituto Nacional de Estudos Ambientais;
- Escritório de Administração da Agência de Ciência e Tecnologia Industrial;
- Laboratório Nacional de Pesquisa em Metrologia;
- Laboratório de Engenharia Mecânica;
- Laboratório Nacional de Química para Indústria;
- Instituto de Pesquisa para Polímeros e Têxteis;
- Laboratório de Eletrotécnica;
- Instituto de Pesquisa de Produtos Industriais;
- Instituto Nacional de Pesquisa para Poluição e Recursos;
- Observatório Aerológico e
- Instalação de Instrumentos Meteorológicos e Agência Meteorológica do Japão.

Grupo de Biologia e Agricultura

- Centro de Primatas para Ciência Médica de Tsukuba;
- Posto de Pesquisa de Plantas Medicinais de Tsukuba;
- Centro de Pesquisa Agrícola;
- Instituto Nacional de Ciências Agrícolas;
- Instituto Nacional de Indústria Animal e Posto de Pesquisa de Árvores Frutíferas;
- Instituto Nacional de Pesquisa de Engenharia Agrícola;
- Instituto Nacional de Saúde Animal;
- Instituto Nacional de Pesquisa Alimentares;
- Centro de Pesquisa em Agricultura Tropical;
- Instituto de Pesquisas de Produtos Florestais e Silvicultura e
- Laboratório de Testes em Sementes.

Institutos Privados de Pesquisas

- Fundação para Progresso Internacional de Ciências;
- Instituto de Tecnologia do Ambiente Oceânico e Fundação Japonesa para Melhoria de Construção Naval;
- Instituto Japonês de Pesquisa de Automóveis, (J.A.R.I.);
- Instituto Japonês de Pesquisas de Métodos de Construção e Maquinaria;
- Fundação Fazenda Experimental e Instituto de Pesquisa Nipônico de Agricultura;
- ZEN-NOH Central de Forragens e Instituto de Gado.

Finalmente, como desempenho de atividades comuns, o TSUKUBA CENTER FOR INSTITUTES* está pronto a prestar maiores informações sobre Tsukuba Science City.

A figura 8 apresenta a planta completa de Tsukuba com a localização de todas as instituições de pesquisa, desenvolvimento e apoio.

No vasto candelabro organizacional do Ministério da Indústria e Comércio Internacional (MITI), o todo poderoso ministério responsável pelo milagre japonês, ocupa lugar saliente a Agency of Industrial Science & Technology (AIST), que administra e suporta a maioria do que se faz em P&D. O Laboratório de Eletrotécnica (ETL), um dos 16 institutos sob sua responsabilidade, é a maior organização nacional de pesquisa no Japão, hoje totalmente instalado em Tsukuba. Entre os destaques das pesquisas que ali se desenvolvem pode-se citar novos materiais e dispositivos eletrônicos ressaltando os últimos chips de GaAs - arsenieto de gálio. Junto com o Institute of New Generation Computer Technology (ICOT), uma associação meio a meio iniciativa privada e governo, está utilizando essas e outras novas tecnologias para incorporá-las aos computadores da 5ª geração que terão elevadíssimas velocidades operacionais, com tendências a transformar toda atual estrutura da informática. Do ETL deverá sair, também, a nova geração de robôs, os robôs inteligentes, com dispositivos sensoriais semelhantes ao ser humano. Esses robôs terão sua ocupação nobre na operação de tarefas em lugares onde as condições ambientais são inadequadas para o operador humano. Outro destaque é dado para o Laboratório de Engenharia Mecânica (MEL), também parte integrante da AIST, onde se ressalta a tecnologia avançada de robôs e o estudo laboratorial do sistema produtivo que hoje já se espalha pelos países avançados como a antítese da produção em massa. O Flexible Manufacturing System Complex (FMSE) volta-se para a produção em pequena escala, mas diversificada. O projeto se propõe a novos desenvolvimentos, automáticos, integrados, sistemas de produção flexíveis e de suprimento rápido para produção de pequenos lotes, desde matérias-primas até o estágio final de produção. Automação e robótica são a chave do sucesso do FMSC. Na Universidade de Tsukuba está instalado o

* Tsukuba Center for Institutes Science & Technology Agency 20-3 Takezono 2 — Chomo, Sakura-mura, Ibaraki-Ken 305, Japan

TSUKUBA SCIENCE CITY

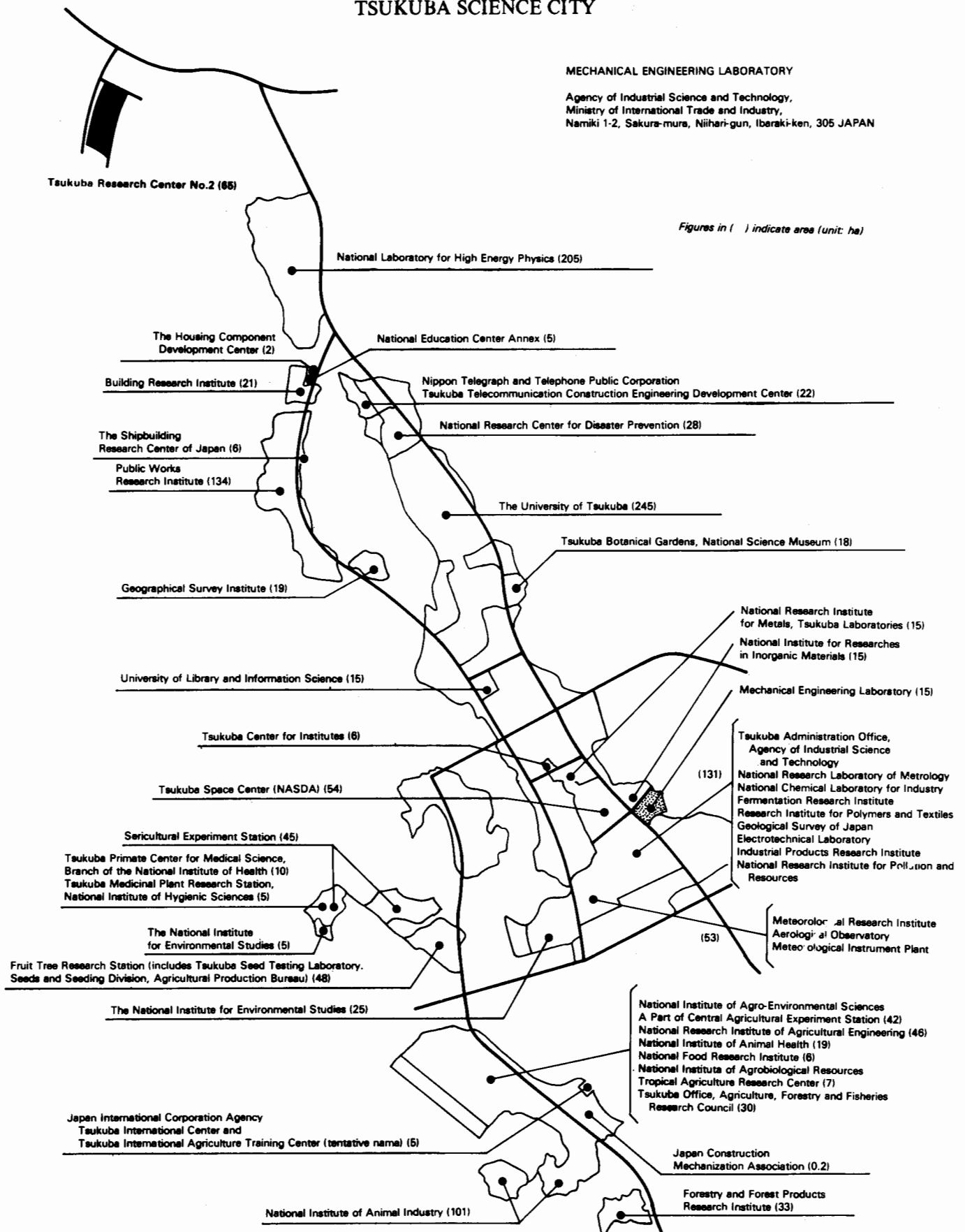


Figura 8

mais avançado centro mundial de pesquisas em gastroenterologia, para onde afluem especialistas de todo mundo para treinamento com as técnicas e equipamentos ali desenvolvidos.

Esses são apenas três exemplos, entre outros tantos representativos, do que se faz em Tsukuba. Uma descrição completa das pesquisas e das conquistas já alcançadas extrapolariam, evidentemente, um artigo sucinto como este.

As Tecnópolis

“Nós sentimos que o melhor caminho para servir à sociedade é o envolvimento com a tecnologia avançada”, diz Morihiro Hosokawa, governador da prefeitura de Kumamoto, localizada na ilha de Kyushu, a maior das ilhas do sul do arquipélago japonês (New Scientist). Kyushu é conhecida como a “ilha do silício”, devido a produção de 40% de todos os semicondutores japoneses. A via escolhida por Kumamoto para o envolvimento com a moderna tecnologia é seu plano das “tecnópolis”. O Projeto Tecnópolis faz parte dos esforços do MITI para encorajar empresas a deixarem o superpovoado cinturão Tóquio-Osaka. Tecnópolis é baseado em duas idéias: os jovens engenheiros são incrivelmente relutantes em se afastar de suas regiões de origem; a outra é que produtos resultantes de novas indústrias são de fácil transporte para o consumo, portanto não precisam de localização centralizada. O MITI originalmente já escolheu 19 áreas para as tecnópolis. A qualificação exigia terrenos para indústrias, universidades capazes de formarem cientistas e engenheiros, bom suprimento de água, fácil acesso por rodovia, ferrovia e, em particular, ar.

O governo já deu sinal verde para nove dessas áreas, incluindo Kumamoto, a primeira a avançar com o plano das tecnópolis. No plano original do ministério, cada tecnópolis seria o centro na “cidade-mãe” e dividida em zonas para indústria de mais alto nível de educação e habitação. O plano de Kumamoto, entretanto, desenvolveria, inicialmente, quatro indústrias de conhecimento intensivo: automação, biotecnologia, eletrônica e *software*. A prefeitura se entusiasmara por já ter experimentado os benefícios da tecnologia avançada, principalmente quanto a dois fabricantes de semicondutores, NEC Kyushu e Mitsubishi Eletric. A primeira é reconhecida como a maior produtora de semicondutores do mundo, tendo sete linhas de produção empregando 2700 pessoas.

Um alto dirigente de outra grande indústria produtora de sistemas integrados de automação, a Hirata Industrial Machineries, destacou que “empresas como a NEC, instalando-se em Kumamoto, produziram um impacto significativo na indústria local. O número de empregos aumentou como também o nível de sofisticação tecnológica”. Sua própria companhia, a Taijin Matsuta ni, é um exemplo: de fabricante de carrinhos-de-mão, recentemente automatizou a linha de produção de Apple Computer, na Califórnia, que produz atualmente um computador Macintosh em 27 segundos.

Outro exemplo significativo de como Kumamoto tem prosperado com a afluência de tecnologia avançada é representado pela Hara Precision Machinery, que de antiga produtora de tamancos é hoje uma grande montadora de semicondutores para a NEC. Desde 1972, quando a

empresa passou a trabalhar para a NEC, seu pessoal aumentou de 3 para 600 pessoas.

Outra companhia, Nodaichi Electronics, trocou a fabricação de molho de soja pela produção de peças para semicondutores da Mitsubishi Eletric. Inicialmente toda sua produção ia para a Mitsubishi; hoje somente 10%.

Embora a agricultura ainda seja a principal atividade da prefeitura, Kumamoto não é um recanto exclusivamente rural. Possui três universidades, envolvidas em pesquisas avançadas (como exemplo, trabalhos em junção Josephson), e diversas escolas técnicas. Kumamoto tem, ainda, um dos primeiros laboratórios japoneses que estudam as técnicas da engenharia genética, o Chemo-Sero-Therapeutic Research Institute, uma instituição sem fins lucrativos.

Apesar desses quadros favoráveis, Kumamoto passou por séria crise em 1984. De um total de 1339 graduados em ciência e tecnologia, 1011 foram forçados a deixar a prefeitura por falta de trabalho. Um levantamento feito em 1985 mostrou que metade deles estavam dispostos a retornar caso houvesse disponibilidade de trabalho.

Tudo faz crer que a idéia da tecnópolis é sucesso e vai se alastrar; o MITI está criando atmosfera favorável para que isso aconteça. Segundo Angelo Kamimura, diretor da Tokyo Electron, fabricante de componentes para semicondutores que mudou-se para Kumamoto em 1982, “em Tóquio é muito difícil dispor-se de jovens engenheiros qualificados, enquanto aqui não há escassez.

Na figura 9 é mostrada distribuição sobre o território japonês de áreas já escolhidas para as tecnópolis e as que esperam ainda aprovação governamental.

A Cidade Acadêmica de Kansai

Os japoneses planejam a construção de uma cidade acadêmica de grandes dimensões na região de Kansai, área que abrange as cidades de Quioto, Osaka e Nara, e próximo ao futuro aeroporto internacional de Osaka. Seus idealizadores não a imaginam como uma rival de Tsukuba; deverá se voltar mais para pesquisa básica e atividades culturais (Anderson).

Dois mil e quinhentos hectares estão disponíveis num raio inferior a 30 Km de Quioto, Osaka e Kobe, sede de grandes universidades estatais e da primitiva capital — Nara.

A região abriga grande número de companhias que se utilizam de alta tecnologia, dentre as quais diversas que se envolvem com pesquisas em biotecnologia e novos materiais. Essas companhias estimulam e contribuem para a realização da cidade.

O núcleo da cidade será o **Instituto Internacional Para Estudos Avançados**: a primeira parte que está passando de projeto à realidade. O instituto foi formalizado em 1984, saindo da iniciativa de dois antigos presidentes da Universidade de Quioto, Professor Azuma Okuda e Professor Michio Okamoto, respectivamente, membro do Conselho de Ciência e Tecnologia, ligado diretamente ao Gabinete do Primeiro Ministro, e Chefe do Conselho Extraordinário da Reforma para a reforma educacional.

Até o presente já foram empregados 3.133 milhões de ienes (19.530 mil dólares), a grande maioria doações das grandes empresas da área de Quioto para o estabelecimento da fundação, instalação dos escritórios adminis-

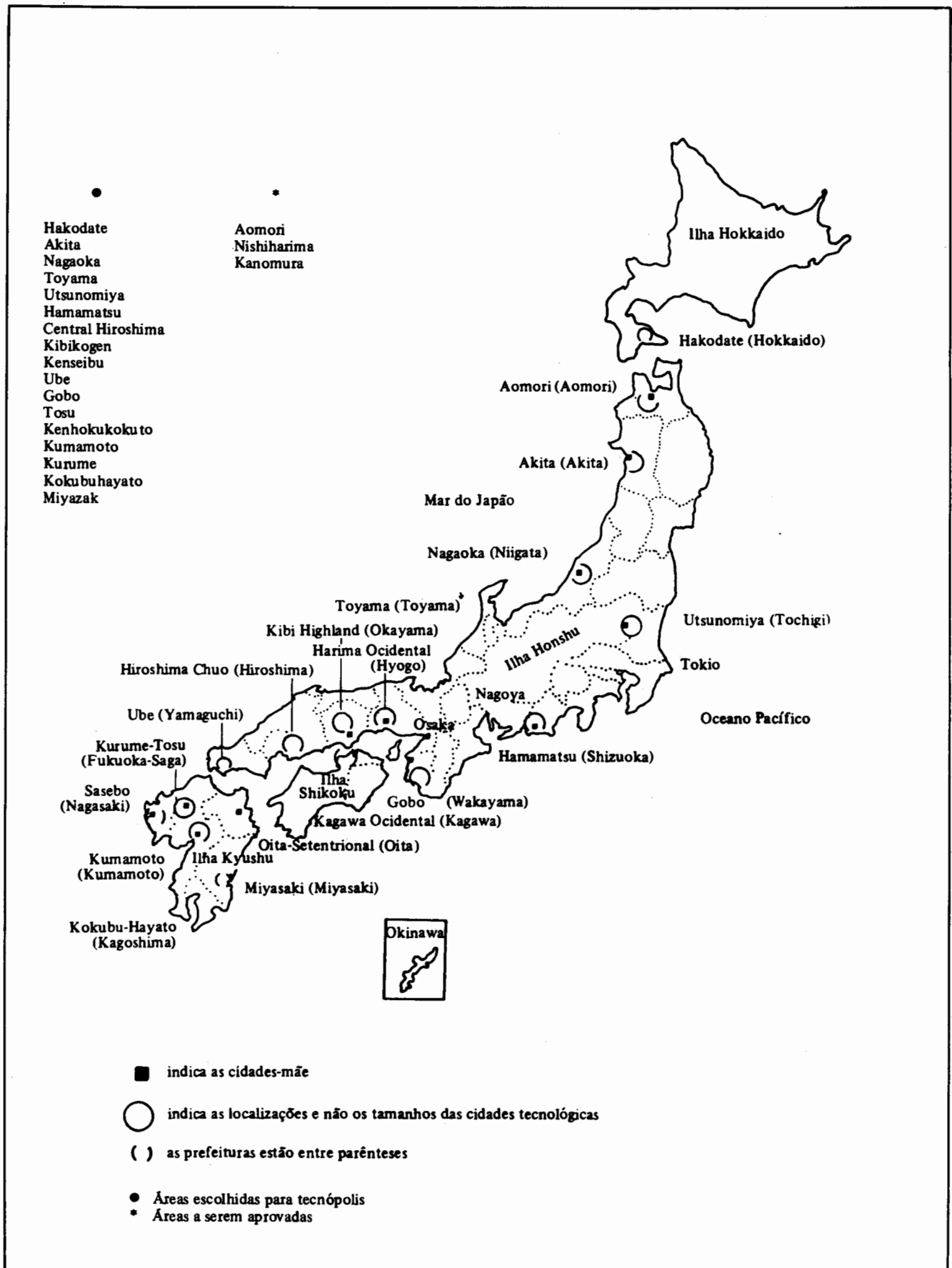


Figura 9

trativos e início das obras. A previsão para o término do instituto é de cinco anos com a imediata entrada em atividade. A concepção original foi baseada em instituições estrangeiras, principalmente Aspen e Princeton e o Rockefeller Institute, assim como outras instituições de pesquisa, incluindo o Research Triangle Park of North Carolina e o Cavendish Laboratory.

Como os demais institutos de estudos avançados, o objetivo principal é conviver, durante largos períodos, com os principais *scholars* do mundo em ambientes de estilo tradicionalmente japonês.

O Instituto para Estudos Avançados entretanto já iniciou suas atividades patrocinando seminários internacionais sobre inteligência artificial e biociências em Quioto. Outros seminários estão previstos, contando com a colaboração de *scholars* estrangeiros, até a inauguração formal do instituto.

Diversas instalações deverão formar o núcleo da cidade. Entre elas está o ramo novo da National Library; uma nova universidade de graduação ligada às instalações de pesquisa universitária — tal como Okazaki; e um novo laboratório para pesquisa básica em eletrocomunicação, atividade comum do Ministério dos Correios e Telecomunicação e a empresa recém-privatizada Nippon Telegraph and Telephone Corporation.

A cidade da ciência deverá estar pronta dentro de quinze anos, quando contemplará a passagem do século e do milênio. Seu projeto inicial, entretanto, fatalmente sofrerá modificações, procurando adaptação às novas circunstâncias tão versáteis que acompanham o nosso dia-a-dia científico e tecnológico.

O PANORAMA NIPÔNICO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

A presença governamental na promoção da ciência e tecnologia, embora não seja predominante, é bastante expressiva. Na organização administrativa de ciência e tecnologia estão quantificados 168 estabelecimentos, entre institutos, laboratórios, centros etc, embutidos ou não em universidades ou ligados a agências de promoção e incentivo. Assim, ligados diretamente ao Primeiro Ministro, na Agência de Ciência e Tecnologia, são seis; na Agência do Meio-Ambiente, três; na Comissão Nacional de Segurança Pública, um; na Agência de Defesa, cinco; e na Agência de Desenvolvimento de Hokkaido, um, totalizando 11 estabelecimentos ligados diretamente ao Gabinete, a distribuição por ministérios é a seguinte: Educação, 84; Saúde e Bem-Estar, 10; Agricultura, 32; Indústria e Comércio Internacional, 16; Transportes, 6; Correios e Telégrafos, 3; Trabalho, 2; Construção, 3 e Assuntos Domésticos, 1, num total de 157. A revista mensal *Techno Japan* apresenta em todos os seus números a descrição completa de dois centros de pesquisa japoneses, tanto governamentais como privados.

Em 1980, o governo aplicava 25,8% em ciência e tecnologia e o setor privado 74,1%, números praticamente constantes desde 1970 (Fuji: Outlook). Em termos de aplicação, entretanto, a disparidade foi grande: a laboratórios de pesquisa destinaram 2,870 bilhões de dólares; universidades 3,295 bilhões e empresas a elevada soma de 12,569 bilhões. Em comparação a outros países centrais

— EUA, Inglaterra, Alemanha Ocidental e França — os percentuais se equivaleram.

Quanto ao número de pesquisadores, os laboratórios de pesquisa empregavam em 1981, 30.000, número praticamente invariável desde 1965; as universidades 102.500, com pequeno aumento em comparação à data anterior; e as empresas, 184.900, com um aumento substancial (três vezes mais) em relação ao mesmo ano de 1965.

De 1975 a 1980 os investimentos que as empresas vinham realizando praticamente não se alteraram: 5% para pesquisa básica; 19,5%, pesquisa aplicada e 75,5% em pesquisa de desenvolvimento.

O governo japonês atua ativamente na promoção da pesquisa no setor privado, vital para o crescimento da economia. Os procedimentos são agilizados através de subsídios, comissionamento de projetos, dedução de taxas e financiamentos especiais. Em 1981, os valores dos subsídios elevaram-se a 2,75 bilhões de dólares, 11,5% superior ao ano anterior. Essa soma representa um aumento de 90%, ou aproximadamente o dobro, dos valores registrados desde 1976.

Os indicadores apresentados consideram valores registrados internamente. Somente um coteja-os com países centrais. Entretanto, são oportunos, não só pela quantificação, como pela apreciação da evolução de alguns deles.

A CORRIDA

Com o advento da ciência aplicada e o desenvolvimento da tecnologia, verificados no início desse século, esses importantíssimos vetores foram rapidamente incorporados à arte bélica, surgindo a primeira demonstração maciça na I Grande Guerra. Entre a primeira e a segunda os progressos científico-tecnológicos foram estrondosos. O Japão não ficara para trás, alcançando o nível dos países industrializados antes de se iniciar a II Guerra Mundial (Miyoshi). Com a sua derrota, seus gastos bélicos foram reduzidos a razões insignificantes do produto interno bruto, mantendo-se assim até o presente. Na década de 80, o potencial econômico, científico e tecnológico desse país asiático vem tirando a tranquilidade dos países avançados do Ocidente, principalmente os Estados Unidos. Inúmeras são as publicações que recentemente procuram traçar o perfil nipônico e confrontá-lo com os demais. Merece destaque especial o relatório publicado recentemente na revista *Fortune*, onde a alta tecnologia é passada a limpo num confronto entre os quatro grandes — EUA, Japão, Europa Ocidental e União Soviética — nas áreas de informática, biotecnologia, novos materiais e optoeletrônica. A enquête foi realizada entre mais de 40 *scholars* e executivos empresariais que atribuíram valores aos desempenhos das nações “concorrentes”. Os resultados se traduzem em surpresas, principalmente quando se consideram as posições da União Soviética e Europa Ocidental no contexto que investiga o universo da alta tecnologia.

As quatro grandes áreas foram visualizadas independentes, apresentando as seguintes conclusões:

Informática

Computadores, chips e automação industrial.

O transistor, a grande revolução da eletrônica, é um produto americano de 1947. Foram fartamente utilizados pelos japoneses na comercialização de produtos populares a baixo custo. Hoje, estão totalmente superados pelos ultra-modernos chips de silício e arsenieto de gálio (ainda em fase experimental), que tem no Japão seu maior produtor. Porém, em termos de produção de computadores o mercado é fortemente americanizado, com 70% de supremacia, seguido do Japão com 15% e a Europa Ocidental com 10%. Os japoneses atualmente são os líderes mundiais no desenvolvimento do arsenieto de gálio — material de grande futuro para computadores e redes de telecomunicações, devido a sua versatilidade em associar a eletrônica com sinais óticos e que processará informações numa velocidade dez vezes superior aos chips de silício.

Ainda no novo campo da informática, a inteligência artificial tem disputa acirrada entre os EUA e Japão. “Quem tomará a dianteira?” é a pergunta que se faz. O projeto japonês Quinta Geração pretende “pular carniça” com o resto do mundo em IA e processamento paralelo.

Na Europa, a Alemanha Ocidental, Inglaterra, Holanda e França vêm fazendo importantes progressos em microeletrônica. De todos, a União Soviética é a que apresenta lentidão em projetos análogos.

Quanto à automação industrial, alguns especialistas americanos acreditam que os Estados Unidos estão à frente na integração total dos sistemas de produção automatizados, enquanto os japoneses lideram nos tipos comuns de automação. Muitas indústrias americanas movem-se vagarosamente, se assim o fazem, na automação industrial. Glen Allmendinger, presidente da Harbor Research, localizada em Boston, que restreia a automação de fábricas, diz que enquanto milhares de companhias americanas estão instalando sistemas computadorizados de automação, somente 100 ou 150 estão formando redes amplas de instalações. Os Estados Unidos estão, acrescenta, em atraso em relação à Europa Ocidental no que diz respeito à automação industrial. A União Soviética está na “Idade das Trevas”, conclui.

No cômputo final, os valores atribuídos por dez *scholars*, executivos empresariais, funcionários governamentais e líderes de fundações, apresentou os seguintes números: EUA — 9,9; Japão — 7,3; Europa Ocidental — 4,4 e União Soviética — 1,5.

Biotechnologia

A biotecnologia como ciência teve seu despertar na Inglaterra, em 1953, com a descoberta, em Cambridge, da estrutura do DNA. Desde então inúmeras aplicações em seres vivos têm produzido resultados favoráveis na melhoria das espécies e no incremento da produção. Um largo mercado tem se aberto à introdução desses produtos, tendo os EUA na liderança com mais de 200 empresas operando nesse campo. Segundo a National Science Foundation, os EUA aplicam cerca de dez bilhões de dólares nas ciências da vida e pesquisa biomédica, mais que todos os outros países juntos. O Japão está chegando rápido, particularmente nos aspectos práticos da biotecnologia, acreditando que na biotecnologia está o trampolim

que os levará à liderança tecnológica no século XXI. Os japoneses estão em desvantagem em biologia fundamental, mas esperam um melhor posicionamento utilizando-se dos recursos americanos e encorajando as pesquisas domésticas. No principal centro mundial de pesquisa biomédica, o National Institutes of Health (em Bethesda, Maryland), 311 pesquisadores japoneses fazem residência, número superior a qualquer outro país. Os americanos necessitam de capital para sobreviver; os japoneses necessitam de conhecimentos para expandir sua indústria. A Europa Ocidental despertou tardiamente, porém, grandes empresas investem recursos em aplicações farmacêuticas da bitemologia, principalmente na Alemanha Ocidental, Suíça, França e Inglaterra. A União Soviética registra grandes atrasos na nova tecnologia mas, hoje, os soviéticos têm um programa extremamente ativo que coloca especial espaço em encontrar as regiões agricultáveis do país. Cerca de dois terços do território soviético é impróprio à agricultura devido as condições climáticas hostis e solo pobre.

Os pontos atribuídos pelos especialistas da *Fortune* para a engenharia genética e outras aplicações a partir das descobertas em biologia molecular que resultaram da decifração do DNA em 1953 é o seguinte: EUA — 8,9; Japão — 5,7; Europa Ocidental — 4,9 e União Soviética — 1,3.

Novos Materiais

O homem está progressivamente deixando de empregar os elementos puros ou ligas, como faz há milênios, para utilizar novos materiais saídos de composições laboratoriais. Além disso, vem reinventando produtos, como os cerâmicos, com os quais a humanidade convive desde a pré-história. O domínio da tecnologia dos materiais avançados, sem dúvida, colocará seus possuidores na vanguarda dos detentores da alta-tecnologia do amanhã.

Na pesquisa de materiais, os desempenhos da União Soviética e Europa Ocidental não são dos mais regulares. A maioria dos técnicos aponta os Estados Unidos como vanguardeiro em pesquisa básica, mas é o Japão que conduz com maior eficiência a produção de novos materiais. Os japoneses lançaram-se com maior vigor, procurando a primeira posição no desenvolvimento de materiais para eletrônica e optoeletrônica. No início de 1986, um grupo de cientistas americanos de laboratórios nacionais e empresas visitaram dez laboratórios japoneses, retornando com um sombrio relatório que foi editado conjuntamente com a National Academy of Sciences e a National Academy of Engineering. O grupo concluiu que, durante o último ano, os Estados Unidos perderam a liderança em sete das nove tecnologias emergentes, críticas para os materiais eletrônicos e optoeletrônicos. Os americanos ficaram particularmente impressionados com o MITI Optoelectronics Joint Research Laboratory, pertencente ao Laboratório de Eletrotécnica, em Tsukuba, dirigido pelo Prof. Izu Hayashi, reconhecidamente o pioneiro mundial nesse campo. Ressalte-se que os japoneses começaram empregando a técnica MBE para depositar finíssimas camadas de material controlado por laser, processo inventado nos laboratórios americanos da Bell.

Apesar dos soviéticos também se colocarem no último lugar no confronto feito pela *Fortune* nesse campo, merece destaque a descoberta notável que consiste em de-

positar uma camada ultrafina de diamante nas superfícies de alguns materiais para endurecê-los e conferir outras qualidades como, por exemplo, a dissipação de calor gerado nos chips, que introduzem modificações em seus parâmetros.

As companhias japonesas, entre elas a Sumitomo e a Chawra-Denko, já estão utilizando a descoberta soviética, aplicando-a no revestimento de lentes oculares e janelas de aeronaves. A Sony, por sua vez, a utiliza para revestimento de alto-falantes que assim reproduzem sons com incrível fidelidade. Destaca-se a observação do Professor Rustum Roy, físico no Estado da Pennsylvania: "Os japoneses apoderam-se da ciência e transformam-na em tecnologia".

Na Europa Ocidental, a Alemanha vem desenvolvendo a técnica do uso de polímeros, principalmente os biodegradáveis, utilizando um bactéria descoberta por acaso num canal. Na Inglaterra, a gigante ICI também está se utilizando do processo bacteriológico para industrialização de plásticos polimerizados.

Novamente os Estados Unidos lideram a margem de contagem de valores atribuídos por técnicos para o desenvolvimento de materiais exóticos que estão tendo seus usos científico ou industrial postos em prática, com 7,7 pontos, vindo em segundo o Japão com 6,3; a Europa Ocidental com 6,0 e a União Soviética com 3,8.

Optoeletrônica

Há uma concordância geral de que os japoneses lideram uma tecnologia que deu seus primeiros passos nos Estados Unidos. Trata-se da optoeletrônica, um casamento feliz entre a eletrônica e a ótica, que já produziu importantes produtos em uso comercial, como fibras óticas para sistemas de comunicação. Optoeletrônica está sendo largamente aguardada como a espinha dorsal da próxima geração da informática, devido à possibilidade de união do elétron com o efêmero fóton, a partícula elementar de luz, para atingir maior eficiência em processamento e transmissão de dados não alcançada por peça eletrônica convencional.

Até agora é pelo lado da transmissão que o fóton se destaca. Fótons podem ser empregados como um pacote mais compacto como portadores, transmitindo grande somas de dados, utilizando pulsos de lasers através de fibras de vidro do calibre de um cabelo. São superiores aos tradicionais fios de cobre em todos os aspectos. O próximo passo será seu emprego em computadores, aumentando-lhes tremendamente a velocidade de operação, por meio de chips que combinam o processamento eletrônico de dados com ligação e transmissão fotônica. Os elementos básicos são semi-condutores a laser não maiores que um grão de sal, uma variedade dos chips de arsenieto de gálio.

Lasers de grandes dimensões, tecnologia já dominada, são usados para inúmeras tarefas, desde a determinação da composição química de substâncias até corte de metais. A enquete não incluiu grandes lasers no confronto internacional. Os Estados Unidos detêm com tranquilidade a primeira posição, seguido pela União Soviética e Europa Ocidental. O Japão encontra-se em último lugar neste campo.

Na optoeletrônica em geral, segundo Amnon Yariv, pesquisador pioneiro da Caltech, "a liderança japonesa é

considerável. Há pouca evidência de que, o que se faz aqui, possa fechar a brecha em futuro próximo". A posição japonesa firmou-se a partir da decisão, conduzida pelo MITI há uma década, de cientistas industriais e executivos empresariais derramarem dinheiro e mão-de-obra nesse campo. Desde então, entre as maiores empresas japonesas, incluindo a Hitachi, NEC, Fujitsu e Mitsubishi, grupos superiores a cem cientistas e engenheiros vêm trabalhando em optoeletrônica, enfatizando a implementação prática da nova tecnologia.

Nos Estados Unidos, somente a Bell Labs desenvolve um esforço idêntico a uma única empresa japonesa, a Hitachi. "O dissabor está em que os japoneses têm dez Bell Labs", afirma James Merz, professor da Universidade da Califórnia, Santa Bárbara, e antigo pesquisador da Bell, tendo recentemente trabalhado quatro meses no MITI Joint Optoelectronics Laboratory. O que falta aos Estados Unidos é tamanho, direção e esforço concentrado.

A Europa e a União Soviética sofrem do problema da fragmentação de cientistas e pesquisadores. Têm poucos centros de excelência especializados em optoeletrônica e pequeno avanço na direção de inserir o fóton na produção tecnológica. Há, entretanto, algumas exceções: a disputa mundial na produção da mais pura fibra ótica possível. E a França encontra-se particularmente na liderança. Pesquisadores franceses descobriram, na Universidade de Rennes, o que se tornou conhecido em 1974 como vidro de flúor, sensível a faixas mais largas de comprimento de ondas das até então conhecidas, possibilitando a transmissão de maior número de informações. A nova fibra encontrou importantes aplicações na utilização de cabos de comprimento reduzido para o uso médico e emprego industrial.

O gigantesco grupo holandês Philips parte na frente com discos de armazenagem ótica apagável, que poderão um dia substituir os chips de memória, fitas magnéticas, disquetes e os pesados discos usados atualmente pelos computadores. Os novos discos têm capacidade para dados aparentemente sem limites, podendo gravar, ler e apagar, quando necessário, usando lasers microminiaturizados. No mercado doméstico os discos óticos poderão ser também prensados em discos compactos, do qual a Philips é igualmente pioneira. Diferente dos discos óticos, os CDs não podem ser apagados; com os discos óticos, consumidores poderão gravar diretamente do rádio ou outra fonte sonora.

Na votação dos colaboradores da Fortune, apreciando a combinação ótica com a eletrônica, o resultado foi o seguinte: Japão — 9,5; EUA — 7,8; Europa Ocidental — 5,7 e União Soviética — 3,6. Se a competição tivesse incluído pesquisas com lasers, os Estados Unidos pulariam para o primeiro lugar.

O semanário britânico The Economist, especializado em assuntos de negócios, publicou um artigo denominado "High Technology", onde confronta as duas superpotências tecnológicas, Estados Unidos e Japão. Alguns tópicos desse artigo merecem destaque. Afirmando que a hi-tec é uma invenção americana, lista as diversas adversidades americanas frente ao ímpeto nipônico a partir dos anos 60. Furiosos e confusos, os homens de negócio americanos observaram como suas indústrias tradicionais tinham sido pulverizadas. Então veio o impensável: se os japoneses puderam fustigá-los nas principais manufatu-

ras, eles também poderiam atingi-los na alta-tecnologia? No começo dos anos 80 o MITI, em Tóquio, tinha como alvo não só semicondutores e computadores mas também todas as indústrias americanas de alta-tecnologia, desde a aeroespacial até materiais sintéticos para um ataque relâmpago.

Seis anos mais tarde, o Japão tinha acumulado notáveis êxitos. Um grupo de economistas e engenheiros americanos encontraram-se, durante três dias, no ano passado, na Universidade de Stanford, California, para avaliar os danos. (Simpósio em Economia e Tecnologia realizado em Stanford, em 17-19 de março de 1985. Trabalho intitulado "The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth", pela National Academy Press, Washington, D.C.). O grupo concluiu que os produtores japoneses já estavam na dianteira em bens eletrônicos de consumo, materiais avançados e robótica e emergiam como os mais ferozes competidores americanos nas áreas mais lucrativas, tais como computadores, telecomunicação, automação doméstica e burocrática, biotecnologia e instrumentação médica. "Em outras áreas onde os americanos ainda mantêm a liderança, tais como semicondutores e optoeletrônica, as companhias americanas estão ouvindo as pegadas dos japoneses", comentou o economista de Stanford, Daniel Okimoto.

O articulista do *The Economist* engrossa às fileiras dos que acusam os japoneses de imitadores. Para justificar seu posicionamento aponta alguns indicadores que podem ser considerados suspeitos para quem não mergulhou a fundo no mérito dos juízos de valor das considerações feitas. Assim, entre 500 "estalos" (breakthroughs), considerados germinativos durante 1953 a 1973, somente 5% (cerca de 34 invenções) foram de origem japonesa, enquanto 63% (315) originaram-se nos Estados Unidos. A despeito de possuir uma população com altos índices educacionais, o Japão só obteve, até hoje, 4 Prêmios Nobel em ciências contra 158 dos americanos. Portanto, conclui o articulista: não é difícil de ver porque o Japão tem sido considerado mais um imitador que inovador.

Freeman, observando a ascensão da tecnologia relacionada à ciência, num capítulo dedicado à eletrônica, afirma que tanto a Europa como o Japão estavam alguns anos atrasados na produção de televisores a cores em relação aos Estados Unidos. Mas o Japão não só conseguiu fechar a brecha nos anos 60 e 70 como pulou para a liderança mundial nessa indústria. Em 1977, o Japão respondia por mais da metade da produção mundial de televisores a cores e por 3/4 das exportações mundiais. Eles estavam exportando cerca de 5 milhões de aparelhos, comparados com cerca de 1 milhão da Alemanha Ocidental e 250.000 do Reino Unido, a despeito de suas limitações em muitos mercados da Europa devido às patentes do sistema PAL e outras restrições. A partir de 1970, as exportações japonesas começaram a declinar, especialmente para os Estados Unidos, devido aos investimentos nipônicos no estrangeiro e, aos acordos entre produtores americanos e japoneses. Como no caso da introdução do transistor na indústria do rádio, esse extraordinário sucesso japonês não foi baseado na imitação simples de uma cópia de papel carbono, mas envolveu toda uma série de melhoramentos do produto e processos de inovação. Após a comparação do desempenho das indústrias americana, européias e japonesa, Sciberras (1980) concluiu: "Firmas japonesas têm sido o maior sucesso como

inovadoras (nos anos 1970). Pela utilização da automação avançada, testes e manuseio de grandes volumes de produção, os japoneses conseguiram drasticamente desempenhos superiores em termos de produtividade e de qualidade."

"Qual é o Japão real"?, pergunta Okimoto. — É um imitador tecnológico e um industrial bem-sucedido? Ou é um astuto discípulo e imbatível colosso? O Japão deslocará os Estados Unidos da sua posição dominante frente à alta-tecnologia como o fez nos setores convencionais? Ou terá atingido os limites de seu fenomenal crescimento de pós-guerra?"

O salto

Mitterrand, após o primeiro ano de seu governo socialista, promulgou uma lei para a programação dos meios da pesquisa pública e das ações de desenvolvimento tecnológico, na qual o seu artigo primeiro declara que "a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico são prioridades nacionais". O objetivo a alcançar seria posicionar a França, no final de seu governo, em 1988, como terceira potência tecnológica mundial. Para tanto, desejava atingir, em 1985, a taxa de 2,5% do Produto Nacional Bruto consagrada à pesquisa e desenvolvimento tecnológico. A lei francesa é extremamente ampla, cobrindo todos os espectros científicos e tecnológicos, deixando transparecer que nada foi esquecido. Profundas mudanças foram previstas no sistema educacional, como a regionalização de estabelecimentos com a formação de pólos tecnológicos. Os resultados até agora alcançados não se mostram externamente de maneira que se possa avaliar o resultado que está tendo a ação governamental. O mais provável é que em seis anos se verifique uma metamorfose nas estruturas arcaicas. Resultados práticos, só a longo prazo.

Na Europa Ocidental, a República Federal da Alemanha é a maior investidora em ciência e tecnologia, seguindo-se a França, Reino Unido e Itália. A Alemanha aplica algo mais que 2,5%, valor que vem crescendo desde os anos 60. A integração européia através do Mercado Comum tem permitido uma sinergia científica, tecnológica e industrial importante. No estudo realizado pela revista *Fortune*, transcrito acima, a Europa é um bloco único entre três outras potências.

A União Soviética é a maior investidora em ciência e tecnologia, porém, praticamente voltada à área de defesa militar. Com a queda da gerontocracia soviética e o início da Era Gorbachev espera-se uma revisão da distribuição desses valores e maior aproximação com o Ocidente para projetos comuns.

Um fato inconteste está acontecendo no final desse século: a polarização americana e japonesa na ciência e tecnologia. Cada um tem suas razões. Os americanos querendo manter a supremacia capitalista advinda após a Segunda Guerra e os japoneses tentando conseguir sua sobrevivência. "A sobrevivência do sistema econômico capitalista depende da inovação e da expansão" (Bottomare).

Os depoimentos transcritos no capítulo anterior são elucidativos quanto a aspectos parciais. Não foram abordados, por exemplo, os modernos métodos de produção nos quais os japoneses são pioneiros. Antes, o Japão pro-

duzia barato porque sua mão-de-obra tinha valores inferiores aos ocidentais. Hoje, o custo de produção japonês é baixo devido ao alto índice de automação e aos sistemas de gerenciamento e produção. Uma das maiores fábricas de automóveis do mundo, se não a maior, a Toyota, tem uma unidade de produção totalmente automatizada, utilizando o "Sistema de Produção Toyota", introduzindo em 1978 juntamente com o sistema KANBAM, método revolucionário de assegurar ao sistema produtivo somente o número de peças a serem utilizadas de inventários. A automação, que no Japão teve início no final dos anos 60 com a importação dos Estados Unidos dos primeiros robôs, tornou possível a conjunção de máquinas de controle numérico (NCN), robôs industriais, dispositivos de transportes automáticos e auxílio de computador na criação do novo Sistema de Produção Totalmente automatizado, denominado Sistemas de Produção Flexíveis (FMS — Flexible Manufacturing Systems). Desde então o inverso se processa. São os industriais dos países centrais que se dirigem ao Japão para observarem o *up-to-date*. Os japoneses têm automatizado muitas indústrias no exterior, principalmente nos Estados Unidos. Até mesmo no Brasil já se emprega alguns dos modernos sistemas automatizados, quase todos nas indústrias automobilísticas.

Os hábitos e comportamento das sociedades americana e japonesa têm muito a ver com o desempenho e resultados na ciência e tecnologia. Os americanos são tradicionalmente importadores de cérebros. Em todos os laboratórios, universidades e centros americanos pode-se ver legiões de estrangeiros trabalhando, a maioria em caráter permanente. A Westinghouse mantém dois centros avançados de pesquisa e desenvolvimento em Pittsburgh, jactando-se que emprega técnicos procedentes de 43 países e que lá se fala, lê e escreve em 60 línguas diferentes. A sociedade japonesa, homogênea e fechada, repele a colaboração estrangeira. São poucos, muito poucos, os cientistas de fora que trabalham em ciência e pesquisa no Japão e, assim mesmo, em caráter transitório. O produto de uma pesquisa é o resultado de trabalho em grupo. Essa, talvez, seja a razão do elevado número de americanos agraciados com Prêmios Nobel no terreno das ciências (Em Literatura, dos 79 Prêmios Nobel até agora concedidos, 8 americanos foram agraciados).

Em 1970, o Produto Nacional Bruto do Japão era 34,4% do americano (Denison-Chung). Hoje, aproximadamente a metade. O Produto Nacional Bruto nipônico no mês de outubro de 1986 atingiu a casa de 3.245.555 x

10⁸, ou seja, US\$ 20.341 x 10⁸ (\$1 = Y160) (Techno Japan). Em 1985, os Estados Unidos gastaram 2,7% aproximadamente em P&D, porém pouco menos de 1% em defesa. O Japão aplicou, em 1984, cerca de 2,6%, subtraindo uma parcela de 0,1% com gastos militares (Fortune).

Durante os anos 70-79, as taxas médias de crescimento anuais verificadas em P&D apresentaram os seguintes valores: (OECD)

- Despesas brutas em P&D: EUA 1,5; Japão 6,9 (RFA 4,1; Reino Unido 1,9 e França 3,1)
- Cientistas e engenheiros: EUA 2,2; Japão 9,5 (RFA 4,3; Reino Unido 2,1 e França 2,2)

Pela primeira vez apresenta-se um fato no passivo tecnológico americano: em 1986 deve ter sido importada mais alta-tecnologia que a exportada. E as universidades americanas estão formando mais doutores de origem estrangeira que nacionais.

Os americanos, entretanto, estão jogando alto no seu Strategic Defense Initiative Program, mais conhecido como "Guerra nas Estrelas", ao ponto de recorrerem a outras nações, através de contratos com custos partilhados. O Reino Unido, a Alemanha Ocidental e Israel já formalizaram seus acordos, estando, ainda, em fase de negociação com o Japão. Os convites formalizados em março de 1985 a outras nove nações continuam abertos. O último acordo foi assinado com a Itália, em setembro de 1986 (Aerospace Daily). Os memorandos de intenções são classificados entre todos signatários, refletindo "considerações práticas" — o desejo que contratos específicos não sejam do conhecimento de outras nações — ao invés da segurança nacional. O programa bilionário americano, o multinacional do espaço, certamente gerará externalidades positivas em tecnologia, que não se sabe bem ainda como serão partilhadas pelos sócios e que amplitude terão.

A "revolução da pesquisa" não foi somente uma questão de mudança de escala, ela também envolveu uma mudança fundamental no relacionamento entre sociedade e tecnologia (Freeman). O domínio da tecnologia conduzirá a supremacia da economia mundial e ao mais alto padrão a sociedade que a detiver.

O trabalho teve como um dos objetivos mostrar a disputa acirrada entre os Estados Unidos e Japão no terreno da ciência e tecnologia. Dificilmente outras potências os deslocarão das posições vanguardistas que ocupam, pelo menos até o final desse século. *Rebus sic stantibus*.

ABSTRACT

Since the 70's end, the increasing development of the Japanese science and technology has been threatening the traditional, well established American supremacy. The objective of this article is to compare these two giants, showing as much as possible how the modern Japanese institutions of teaching, research and development have influenced this process. American specialists are mentioned recognizing the Japanese supremacy in some areas of knowledge and questioning the American leadership in the end of this century.

BIBLIOGRAFIA

- AEROSPACE DAILY — 22 de setembro de 1986.
- ANDERSON, A. — “Another Academic City Planned”, in *Nature*, vol. 321, 29 de maio de 1986.
- ARIKI, S. — “L’economia giapponese ad una svolta. Un’analisi delle condizioni per la sua sopravvivenza”, in *Giappone e Italia. Economia a Confronto, tratado por Gianni Fodella*, Etas Libri, 1982.
- BEASLEY, W.G. — *The Modern History of Japan*. London, Weindenfeld and Nicolson, 1981.
- BOTTOMORE, T. in SCHUM-PETER — *Capitalismo, Socialismo e Democracia*; Zahar Editores, 1979.
- DENILSON, E.F. e CHUNG, W.K. — *How Japan’s Economy Grew So Fast*. Washington, D.C., The Brookings Institution, 1976.
- FORTUNE — 13 de outubro de Reporter Associado: Alicia Hills Moore.
- FREEMAN, C. — *The Economics of Industrial Innovation*; The MIT Press, 1982.
- FUJI CORPORATION — *Japan Science & Technology Outlook*. Baseado em *Kagakujutsu Hakusho*, livro branco da Science and Technology Agency.
- MIYOSHI, Y. — *Japon, su Economia y su Politica Industrial* — conferência realizada na Universidade de Santiago do Chile, 4 de dezembro de 1985.
- NEW SCIENTIST — 21 de março de 1985 — Bell J.; Johnstone B. e Nakaki S.
- OECD — in Freeman, C.; *op. cit.*
- TECHNO JAPAN — Fuji Marketing Research Co. Ltd, 19, agosto de 1986.
- THE ECONOMIST — 23 de agosto de 1986 — Reporter: Nicholas Valery.
- TSUKUBA SCIENCE CITY — Liaison Council for Promotion of Research Exchange, 1985.