

CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO CONTEXTO DA GLOBALIZAÇÃO: TENDÊNCIAS INTERNACIONAIS

James Manoel Guimarães Weiss

Apresentação

A Secretaria Executiva do PADCT - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, com o propósito de fundamentar futuras negociações com o Banco Mundial, visando a renovação do Programa em sua terceira fase (III), atribuiu em agosto último ao Grupo de Trabalho do PGCT-Subprograma de Planejamento e Gestão de Ciência e Tecnologia a responsabilidade de contratar e acompanhar estudos complementares de contratação direta, bem como de elaborar documentos sintéticos e objetivos, que tratem de questões centrais relacionadas com o desempenho do sistema de C&T no Brasil.

A execução destes trabalhos, pela extensão do conteúdo e, sobretudo, pela diversidade de interesses envolvidos, foi conduzida por equipe multidisciplinar e interinstitucional, procurando-se alcançar, todavia, não um consenso mediano dentro da comunidade de C&T mas, antes, uma alternativa arrojada e produtiva aos desafios econômicos-sociais do país.

O trabalho foi desenvolvido em 3 módulos:

1. Avaliação das Fases I e II do PADCT

Coordenação: Lynaldo Cavalcanti Albuquerque
Ivan Rocha

2. Cenários e Diretrizes Estratégicas para o PADCT III

Coordenação: Milton de Abreu Campanário
João Pizysieznig Filho

3. Diretrizes para a Formulação do Modelo de Gestão do PADCT III

Coordenação: Acher Mossé
Roberto Cerrini Vilas Boas

O presente estudo foi elaborado no âmbito do módulo 2 do trabalho. Um documento síntese está sendo discutido junto ao PADCT e deverá ser submetido à sua Secretaria Executiva.

São Paulo, outubro de 1995.

**ESTRATÉGIA DE ATUAÇÃO PARA O PADCT III:
OBJETIVOS, ARRANJOS INSTITUCIONAIS E
ALOCAÇÃO DE RECURSOS**

**CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO CONTEXTO DA GLOBALIZAÇÃO:
TENDENCIAS INTERNACIONAIS.**

Texto preparado por :

James Manoel Guimarães Weiss

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas

**CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO CONTEXTO DA GLOBALIZAÇÃO:
TENDÊNCIAS INTERNACIONAIS.**

Sumário

<i>1. Introdução.....</i>	<i>3</i>
<i>2. Transferência de Tecnologia.</i>	<i>5</i>
<i>3. Patentes.....</i>	<i>7</i>
<i>4. Cooperação em P&D.....</i>	<i>11</i>
<i>5. Normalização Técnica.....</i>	<i>15</i>
<i>6. Áreas Prioritárias de Desenvolvimento.....</i>	<i>17</i>
<i>7. Apoio às Áreas de Engenharia e Marketing.....</i>	<i>19</i>
<i>8. Participação do Setor Privado nas Despesas de C&T.....</i>	<i>21</i>

CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO CONTEXTO DA GLOBALIZAÇÃO: TENDÊNCIAS INTERNACIONAIS.

1. Introdução

Nos últimos anos, as políticas de Ciência e Tecnologia dos países da OCDE têm enfatizado o caráter estratégico da tecnologia para a construção do desenvolvimento econômico e da *competitividade* nacional. Neste sentido, as políticas de C&T estão se tornando cada vez mais comprometidas com as atividades produtivas da economia.

Em particular, nos EUA e no Reino Unido, a grande autonomia das comunidades científicas em fixar suas próprias agendas de pesquisa tem sofrido considerável erosão, já desde o final da década de 60.¹

Esta mudança nos objetivos das políticas nacionais de C&T encontra explicação em dois fatores principais: o colapso econômico da antiga União Soviética, com o consequente fim da Guerra Fria, e a intensificação das pressões competitivas geradas pela globalização do comércio mundial.

Com o fim da Guerra Fria, as prioridades de defesa deixaram de dominar a política tecnológica norte-americana. Como decorrência, observa-se uma tendência no sentido de reduzir-se consideravelmente os orçamentos de P&D na área de defesa, bem como de reduzir-se a produção e a aquisição de armamentos. Neste contexto, os EUA e o Reino Unido, que são os países que mais gastam em P&D militar, estabeleceram metas de redução de suas forças armadas em 25% e 20%, respectivamente.²

Além disso, a base tecnológica de algumas aplicações militares críticas tem se situado em áreas de desenvolvimento comercial. Esta tendência é especialmente relevante no caso das tecnologias de informação e de telecomunicação.³

Por esta razão, a tradicional associação entre P&D de uso militar, tecnologia industrial e pesquisa acadêmica básica, característica dos países desenvolvidos, está se desfazendo. Em seu lugar, novas formas de associação entre governos, instituições de pesquisa e empresas, envolvendo o financiamento e o incentivo a atividades de P&D voltadas a aplicações industriais e comerciais, estão se tornando cada vez mais frequentes.⁴

Por outro lado, a intensificação da competição no comércio internacional tem forçado a rápida absorção de tecnologias de base científica pelos setores produtivos das economias desenvolvidas como forma de aumentar a qualidade e a eficiência

¹ Dasgupta & David, 1994: 487

² Allard, 1994: 82. Ver também Porter, 1990:632.

³ Branscomb, 1995: 142; Dacey, 1995: 9.

⁴ Scharstzman, 1995: 23

dos processos produtivos de bens e serviços. Há hoje, um reconhecimento que o desempenho econômico nacional, num contexto de competição globalizada, depende fundamentalmente do grau de utilização das bases nacionais de tecnologia, e de treinamento científico e profissional.⁵

Mesmo os setores industriais *maduros* têm passado por profundas reestruturações em função das pressões competitivas e da introdução de novas tecnologias nos processos produtivos. Com isto estes setores também estão se tornando intensivos em P&D.⁶

Grande parte das pressões competitivas internacionais tem sido originada pela penetração dos países em desenvolvimento no comércio mundial. Em particular, os NICs Asiáticos implementaram políticas industriais, voltadas à criação e promoção de atividades industriais exportadoras. Estas políticas, ao longo do tempo, se revelaram muito bem sucedidas. Mais recentemente, estas atividades também estão se tornando intensivas em tecnologia, com elevada participação de instituições nacionais de P&D, especialmente nos casos da Coreia do Sul e de Taiwan.

Este cenário de expansão do ambiente competitivo global e de mudança nas formas de financiamento das atividades de P&D, tem induzido alterações substanciais no enfoque das políticas nacionais de C&T em todo o mundo.

Até recentemente, as políticas de C&T nos países da OCDE, com exceção do Japão, privilegiavam a invenção (geração de novas idéias) e a inovação (desenvolvimento destas idéias até a primeira comercialização ou uso da tecnologia). Atualmente identifica-se uma gradual reorientação dessas políticas no sentido de privilegiar a difusão tecnológica.⁷ O enfoque dos NIC's asiáticos e do Japão, continua a privilegiar a difusão tecnológica.

A partir deste cenário, observa-se algumas tendências de redirecionamento das prioridades de C&T nos países industrializados, principalmente no que diz respeito à transferência de tecnologia, à proteção a patentes, à normalização, à cooperação em P&D, e à seleção e priorização de algumas áreas temáticas em ciências básicas e aplicadas.

2. Transferência de Tecnologia.

Observa-se uma tendência ao aumento do comércio internacional de produtos intensivos em tecnologia. Entre 1970 e 1989, por exemplo, a participação das exportações intensivas em tecnologia aumentou de 12,2% para 20,5% do comércio internacional de produtos manufaturados.⁸

⁵ Branscomb, 1995: 22; MacLachlan, 1994: 9.

⁶ Ferné, 1995: 72.

⁷ Stoneman & Diederer, 1995: 918; Ferné, 1995: 21; Branscomb, 1995: 188.

⁸ Archibugi and Michie, 1995: 125.

Além disso, diversos estudos empíricos têm mostrado que a capacitação tecnológica nacional constitui o principal fator explicativo do desempenho exportador de um país. Dessa forma, uma proporção crescente das inovações tecnológicas tem sido explorada no mercado mundial por empresas sediadas em países tecnologicamente mais avançados.

No entanto, a exploração comercial de tecnologias no mercado internacional não está limitada à exportação de produtos de elevado conteúdo tecnológico. As firmas proprietárias de tecnologia têm a opção de explorar seus recursos, seja através do investimento direto, seja através de *joint ventures* e alianças estratégicas, ou mesmo através de licenças e transferência de *know how* a outras empresas.⁹

A visão atual de desenvolvimento científico e tecnológico considera, ainda, que as descobertas científicas frequentemente ocorrem no contexto de sua aplicação, na etapa de produção industrial, dificultando a imitação e a engenharia reversa por empresas concorrentes. Dessa maneira, os contratos de licenciamento e de transferência de tecnologia têm substituído progressivamente a imitação e a engenharia reversa.

A tabela 1 apresenta os balanços de pagamentos do comércio de tecnologia de alguns países da OCDE em 1991. Verifica-se que estes países apresentam fluxos expressivos de comércio de tecnologia. Os EUA se destacam como um grande exportador de tecnologia, com saldo exportador de 13,8 bilhões de dólares. A Alemanha se destaca como importadora de tecnologia, com déficit de 2,08 bilhões de dólares. O Japão, por sua vez, apresenta balanço de pagamentos equilibrado, com déficit de apenas 180 milhões de dólares.

Embora ainda existam algumas limitações à transferência e difusão de tecnologias *críticas* ou de aplicação militar, a intensa competição entre firmas e entre países no mercado internacional, tem possibilitado o aumento geral do fluxo de transferência de tecnologia para os países menos desenvolvidos.

A viabilidade dos processos de transferência de tecnologia depende, no entanto, de que os países receptores de tecnologia disponham de um conjunto mínimo consolidado de competências em engenharia e ciências básicas.¹⁰ A capacitação tecnológica doméstica é, pois, uma condição necessária não apenas para a absorção de tecnologia como também para o aumento do desempenho exportador de um país.

Por esta razão, as políticas de C&T dos países da OCDE e dos NICs Asiáticos tendem a privilegiar a criação e a manutenção de competências científicas e tecnológicas nacionais, especialmente nas áreas de educação básica, formação profissional, engenharia industrial e ciências aplicadas.

⁹ Mowery and Oxley, 1995: 70.

¹⁰ Schwartzman et al., 1995: 23.

TABELA 1: EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO DE TECNOLOGIA - 1991

Balanço de pagamentos de comércio de tecnologia (US\$ Milhões)			
	Exportação	Importação	Saldo
EUA	17.799,0	3.894,0	13.815,0
JAPÃO	2.750,7	2.929,7	-179,0
ALEMANHA	5.338,8	7.418,9	-2.080,1
FRANÇA	1.741,9	2.451,4	-709,5
REINO UNIDO	2.116,6	2.837,5	-720,9
ITÁLIA	1.410,4	2.366,0	-955,7

Fonte: OCDE, em Arruda, 1994

3. Patentes.

O contexto no qual as políticas de C&T vão se desenvolver no futuro é, inevitavelmente, um contexto de reconhecimento mundial das patentes. Neste sentido, o oitavo ciclo de negociações do Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT), iniciado em Punta del Este, Uruguai, integrou às discussões alguns temas transversais prioritários, entre eles a proteção à propriedade intelectual.¹¹

De uma maneira geral, as políticas de C&T dos países da OCDE enfatizam a defesa da propriedade intelectual, e em particular das patentes, por dois motivos:

Em primeiro lugar, a duração e o escopo das patentes constituem uma forma simples e eficiente de se estimular a produção científica e tecnológica das empresas nacionais. Isto porque, no prazo de sua vigência, as patentes aumentam os retornos potenciais sobre investimentos realizados em P&D.¹²

Em segundo lugar, as patentes melhoram a condição competitiva das empresas nacionais no mercado internacional. As empresas se utilizam de patentes para preservar os rendimentos auferidos pela venda de seus produtos e serviços, para proteger seus interesses em operações de licenciamento e venda de tecnologias, e para bloquear a entrada de concorrentes internacionais em seus próprios mercados.¹³

A tabela 2 apresenta as porcentagens totais de patentes domésticas e estrangeiras em países da OCDE no ano de 1990. Verifica-se que, com exceção dos EUA e do

¹¹ Bonnaz, 1994: 51.

¹² Metcalfe, 1994: 935.

¹³ Archibugi and Michie, 1995: 125.

Japão, a participação de registros de patentes estrangeiras nos países da OCDE é significativamente elevada.

No entanto, um exame mais aprofundado da questão revela que, nos países da OCDE, o controle de patentes está altamente concentrado em empresas de grande porte. Isto pode ser observado na tabela 3, que apresenta a proporção de patentes controladas por grandes empresas nacionais e estrangeiras nestes países.

As colunas 1 e 2 da tabela 3 apresentam a parcela de patenteamento feito por grandes firmas de controle nacional e estrangeiro como porcentagem do total do patenteamento nacional. A coluna 3 mostra a parcela de patentes concedidas a outras firmas, agências governamentais, universidades e inventores particulares.

A coluna 4 da mesma tabela apresenta a parcela de patentes controladas por grandes firmas estrangeiras como porcentagem do total de patentes de todas as grandes firmas. Já a coluna 5 mostra a porcentagem de patentes controladas por grandes firmas nacionais operando fora do país em questão, na qual se destacam Holanda, Reino Unido e Suíça. A coluna 7 exibe o balanço entre o patenteamento por grandes firmas estrangeiras obtido dentro do país em questão e o patenteamento de grandes firmas do próprio país no exterior.

De acordo com a coluna 1 da tabela 3, do total de patentes registradas entre 1981 e 1986, a participação de grandes empresas foi de 62,5% no Japão, 44,1% (em média) na Europa Ocidental e 42,8% nos EUA.

Curiosamente, estes países admitem um número muito pequeno de patentes controladas por grandes firmas estrangeiras. Conforme revela a coluna 2 da tabela 3, a porcentagem média de patentes controladas por grandes firmas estrangeiras em países da OCDE está, em geral, abaixo de 10%. No caso dos EUA e do Japão, estas porcentagens são ainda menores: respectivamente 3,1% e 1,2%.

O balanço entre o patenteamento de grandes firmas estrangeiras em seus próprios países e o patenteamento de empresas nacionais no exterior revela que, nos países da OCDE, as grandes empresas se encontram protegidas da concorrência internacional pelo sistema de patentes.

Em alguns países, o patenteamento no exterior por grandes firmas nacionais chega a superar o patenteamento por grandes firmas estrangeiras operando em seus territórios nacionais: Holanda (73,3%), Suíça (22,0%), Suécia (7,4%) (vide coluna 7 da tabela 3). Estes dados são uma possível indicação de que as grandes empresas destes países têm presença marcante no comércio internacional de produtos derivados de tecnologias protegidas por patentes.

Estes dados sugerem que, no contexto da OCDE, as patentes funcionam como instrumentos de proteção das capacitações tecnológicas locais ao ingresso de grandes firmas estrangeiras. Estes países têm, portanto, todo o interesse em manter, no longo prazo, suas legislações de proteção a patentes.

É também possível concluir que, pelo menos na perspectiva das grandes empresas, a geração descentralizada e global da inovação (apoiada inclusive em laboratórios de P&D localizados em países menos desenvolvidos) ainda está longe desse tornar uma realidade.

As patentes representam uma forma eficiente de assegurar incentivos a P&D. Em contrapartida, elas dificultam o processo de criação e difusão de novas idéias em âmbito nacional. Por esta razão, a ênfase das políticas de C&T deveria estar centrada no estímulo à inovação contínua e vigorosa, de modo a não comprometer o processo nacional de difusão tecnológica.¹⁴

TABELA 2: PATENTES DOMÉSTICAS E ESTRANGEIRAS, 1990

	Patentes Domésticas	Patentes Estrangeiras
EUA	55,08	44,92
Japão	88,46	11,54
Alemanha	32,62	67,38
França	16,15	83,85
Reino Unido	21,46	78,54
Itália	n.d.	n.d.
Holanda	5,32	94,68
Bélgica	2,09	97,91
Dinamarca	6,82	93,18
Espanha	4,83	95,17
Irlanda	15,50	84,50
Portugal	2,77	97,23
Grécia	2,07	97,93
Suíça	7,94	92,06
Suécia	6,92	93,08
Áustria	5,13	94,87
Canadá	6,76	93,24
Austrália	24,63	75,37
Média ponderada OCDE	43,17	56,83
Média ponderada OCDE (excluindo o Japão)	22,17	77,83

Fonte: Archibugi & Michie (cálculos a partir do banco de dados da OCDE, MSTI, 1992)

¹⁴ Porter, 1990: 635.

TABELA 3 - Controle de patentes por grandes empresas na OCDE entre 1981 e 1986

(em porcentagem do número total)

	Fonte de patenteamento nacional			A	B	C	D
	Grandes firmas		Outros				
	Controle nacional	Controle estrangeiro					
	1	2	3				
Bélgica	8,8	39,7	51,5	81,9	14,7	62,6	25,0
França	36,8	10,0	53,2	21,4	3,4	8,5	6,6
Alemanha Oc.	44,8	10,5	44,7	19,0	6,9	13,3	3,6
Itália	24,1	11,6	64,3	32,5	2,2	8,4	9,4
Holanda	51,9	8,7	39,4	14,4	82,0	61,2	-73,3
Suécia	27,5	3,9	68,6	12,4	11,3	29,1	-7,4
Suíça	40,1	6,0	53,9	13,0	28,0	41,1	-22,0
Reino Unido	32,0	19,1	49,0	37,4	16,7	34,3	2,4
Europa Ocidental	44,1	6,2	49,7	12,3	8,1	15,5	-1,9
Canadá	11,0	16,9	72,1	60,6	8,0	42,1	8,9
Japão	62,5	1,2	36,3	1,9	0,6	1,0	0,6
EUA	42,8	3,1	54,1	6,8	3,2	7,0	-0,1

Observações:

A - Patenteamento obtido por grandes firmas estrangeiras como % do total de patentes de grandes firmas operando no país em questão : Cols. $\{2/(1+2)\} \times 100$

B - Patenteamento feito por grandes firmas operando fora de seu país de origem (como % do total nacional)

C - Patenteamento feito por grandes firmas operando fora de seu país de origem (como % de patentes de grandes firmas nacionais e estrangeiras no país em questão) : Cols. $\{5/(1+5)\} \times 100$

D - Balanço de patenteamento de grandes firmas estrangeiras no país em questão e patenteamento no exterior por grandes firmas nacionais: Col.2 - Col.5

Nota: Todas as colunas se referem às patentes concedidas pela US patent office entre 1981 e 1986. As três primeiras colunas são calculadas como porcentagem do total do patenteamento nacional nos EUA.

Fonte: Archibugi & Michie, 1995

4. Cooperação em P&D.

O esforço dos países industrializados em promover P&D orientados a aplicações comerciais envolve um alto grau de articulação entre governos, empresas e universidades. Como forma de incentivar a pesquisa pré-competitiva e a cooperação tecnológica industrial, os obstáculos regulatórios e legais à cooperação entre empresas (como, por exemplo, a legislação *anti-truste* norte-americana) têm sido removidos. Incentivos têm sido introduzidos para promover as atividades industriais de base tecnológica, aproximar as universidades das empresas, e viabilizar o emprego de pesquisadores de alto nível nas empresas.

Por sua vez, as formas organizacionais de P&D têm passado por profundas reformulações. A partir da expansão da infraestrutura mundial de telecomunicações, foi possível o surgimento de redes internacionais de P&D conectadas por computador. Estas redes internacionais de pesquisa tem possibilitado a implementação e o controle de estratégias tecnológicas globais por empresas multinacionais.

A tabela 4 apresenta os resultados de uma pesquisa sobre estratégias básicas de empresas transnacionais em relação a P&D. Observa-se uma grande ênfase na adoção de estratégias de P&D envolvendo o uso de redes integradas de laboratórios, especialmente nas empresas japonesas e norte-americanas.

Observa-se também uma grande expansão das alianças estratégicas entre empresas de diferentes nacionalidades envolvendo o desenvolvimento e a exploração comercial de tecnologia. As empresas japonesas tem sido particularmente ativas na formação de numerosas alianças tecnológicas com empresas do ocidente, abrangendo os mais diversos campos de aplicação industrial e comercial.

Ademais, a participação das empresas nas despesas de P&D tem sido também estimulada pelo poder de compra do Estado. Neste sentido, os governos têm sido instados a se tornarem *compradores inteligentes*, privilegiando os avanços tecnológicos de longo prazo e a disponibilidade de tecnologias e capacitações produtivas em seus respectivos países.

Em particular, a Comissão Européia destinou mais de 20 bilhões de dólares para consórcios internacionais de P&D e para projetos de cooperação pré-competitivos. O esforço de liderar e coordenar setores industriais como um todo, está refletido em diversos programas europeus envolvendo o apoio à C&T: o programa EUREKA (tecnologias-chave), o programa ESPRIT (computadores e comunicações), o programa RACE (rede de telecomunicações de alta velocidade cobrindo toda a

Europa) e o programa COMET (intercâmbios, bolsas de estudos, e cooperação universidade-empresas).¹⁵

Até recentemente, os programas de C&T na OCDE eram caracterizados por enormes estruturas organizacionais, geralmente instaladas nos grandes laboratórios nacionais. No entanto, a tradicional organização de universidades e instituições de pesquisa em disciplinas científicas vem sendo questionada em sua capacidade de gerar treinamento e condições objetivas para a pesquisa interdisciplinar. Os programas mais recentes são organizados em redes de cooperação internacional, envolvendo extenso número de cientistas e de grupos de pesquisa situados em diferentes países. O projeto GENOMA e os campos de meteorologia, aquecimento global e astrofísica são exemplos desta tendência.

No Japão, o sistema nacional de tecnologia é fortemente influenciado pelas ações do MITI embora este órgão seja responsável por uma parcela relativamente pequena das despesas governamentais de C&T. Isto porque o MITI tem centrado sua atuação em políticas delineadas para reforçar a competitividade das empresas japonesas através de P&D cooperativo. Neste contexto, as políticas promovidas pelo MITI objetivam: (1) reforçar a competitividade das empresas japonesas e as competências nacionais em pesquisa e ciência básica, (2) internacionalizar os programas nacionais de P&D cooperativo, permitindo e incentivando a participação de empresas estrangeiras, e (3) estabelecer programas de pesquisa cooperativa totalmente internacionalizados, com objetivos e *modus operandi* negociados com os países participantes.¹⁶

A tabela 5 apresenta a distribuição de acordos internacionais de cooperação tecnológica em biotecnologia, novos materiais, e tecnologia de informação firmados entre 1980 e 1989. Contabiliza-se 4261 acordos, nestas três áreas, envolvendo instituições da Europa Ocidental, EUA e Japão.

Verifica-se que a maior aglomeração de acordos de cooperação tecnológica está concentrada nos EUA: 63% dos acordos envolvem pelo menos uma companhia norte-americana e 28% dos acordos envolvem somente firmas norte-americanas. As firmas européias colaboram mais com as firmas norte-americanas do que com outros parceiros europeus nos três campos de conhecimento analisados. O banco de dados utilizado (Cati-Merit) divide os determinantes desse tipo de colaboração internacional em "acesso ao mercado" e "acesso à tecnologia", sendo que em todos os campos abordados o determinante tecnológico se mostrou mais relevante do que o acesso ao mercado. Isso sugere que as firmas européias se associam mais às americanas devido à maior capacitação tecnológica oferecida pelas empresas norte-americanas.¹⁷

¹⁵ Roussel, 1992: 129.

¹⁶ Fransman, 1995: 112.

¹⁷ Archibugi and Michie, 1995: 129.

Neste contexto, observa-se também uma forte tendência à aproximação entre universidades e empresas. De um lado, a diminuição dos gastos governamentais tem pressionado as universidades a buscarem financiamentos junto às empresas. De outro lado, tais elos de cooperação oferecem, às empresas, acesso imediato ao conhecimento acumulado, a desenvolvimentos científicos avançados e à capacidade geral de pesquisa das universidades. Neste sentido, as empresas japonesas estão se aproximando cada vez mais das universidades norte-americanas. Atualmente, mais de um terço das cátedras financiadas por empresas no MIT são patrocinadas por empresas japonesas a um custo que supera 20 milhões de dólares por ano.¹⁸

Em síntese, as políticas de C&T no âmbito da OCDE, estimulam as parcerias de P&D entre universidades e empresas, as alianças estratégicas entre firmas nacionais e estrangeiras e a participação de instituições nacionais nos programas internacionais de pesquisa científica cooperativa.

TABELA 4. ESTRATÉGIAS FUTURAS DE P&D DE EMPRESAS TRANSNACIONAIS

Estratégia	Japão	EUA	Reino Unido	Outros Europa	Total
Unidades Centralizadas	7,4	18,1	33,3	21,1	20,2
Unidades Autônomas	11,1	8,4	19,4	15,8	12,8
Redes Integradas de laboratórios	81,5	69,9	41,7	60,5	63,8
Nenhuma mudança	-	3,6	5,6	2,6	3,2
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Papanastassiou, em Arruda, 1994

¹⁸ Roussel, 1992: 128.

TABELA 5. ACORDOS DE COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA EM BIOTECNOLOGIA, TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E NOVOS MATERIAIS: 1980-1989

(em número de acordos)

Países envolvidos:	Bioteconologia	Tecnologias de informação	Novos materiais	Total
Europa Ocidental	233	509	118	860
Europa Ocidental - EUA	245	599	133	977
Europa Ocidental - Japão	38	177	49	264
EUA	428	707	139	1274
EUA - Japão	155	406	94	655
Japão	58	95	88	241
Outros	66	225	67	358
Total	1213	2718	688	4619

Fonte: Archibugi, D. e Michie, J - 1995

5. Normalização Técnica

A globalização das atividades empresariais pressupõe a uniformização de critérios de aferição da qualidade dos produtos e o respeito a especificações técnicas de diferentes países. Nesse contexto, a submissão à série de normas ISO 9000 se tornou uma condição praticamente necessária para empresas que planejem manter ou expandir suas atividades no mercado mundial de produtos manufaturados.

A ISO 9000 deslocou o foco da atenção das características específicas dos produtos finais para a gestão sistêmica da qualidade em todas as etapas da manufatura. Com isso, a ISO 9000 uniformizou a comunicação técnica entre clientes e fornecedores, estendendo o foco de análise à qualidade de peças e componentes industriais e viabilizando o *global sourcing* e o *advanced procurement* de grandes empresas multinacionais.

O *global sourcing* é uma das consequências do aumento das pressões concorrenciais no mercado internacional. Aquisição de componentes intermediários em diferentes países do globo tem permitido a especialização das empresas fornecedoras, com aumento das escalas de produção e correspondente redução de custos e preços destes componentes. A aplicação generalizada de normas técnicas a todas as etapas

do processo produtivo reduz o especto de negociações interfirmas aos seus aspectos essenciais: preços e prazos de entrega. Isto porque os requisitos de qualidade já estão implicitamente considerados através da adesão dos fornecedores aos sistemas internacionais de certificação da qualidade.

Assim, a implantação dos sistemas de qualidade pela ISO 9000 em clientes e fornecedores, elimina a necessidade de múltiplas auditorias em um fornecedor por diferentes clientes e facilita a administração de diferentes fornecedores por um mesmo cliente.¹⁹

Mais recentemente, as questões relativas à preservação ambiental tem se tornado o centro das atenções das entidades de normalização. O *projeto voltado ao meio ambiente* (design for environment) está emergindo como uma forte tendência nos países industrializados. A manufatura responsável já se tornou uma realidade na Europa e está se tornando um fato nos EUA. Sistemas independentes de certificação ambiental (as etiquetas ecológicas ou selos verdes) já foram introduzidos em 21 países. Na Alemanha, por exemplo, se uma embalagem não estampa uma etiqueta de reciclagem, ela será recusada por todos os atacadistas locais.²⁰

Em 1991, a ISO constituiu um grupo (Strategic Group for the Environment - SAGE) para estudar e propor uma abordagem comum para a gestão da qualidade ambiental. Neste contexto, foram desenvolvidas um extenso conjunto de normas e manuais internacionais de sistemas de gestão ambiental.

A partir de 1996, este conjunto de normas estará consolidado na série ISO 14000 que reunirá os princípios, especificações e diretrizes de uso dos sistemas e técnicas de gestão ambiental. A ISO 14000 objetivará promover uma abordagem comum à gestão ambiental de maneira similar à ISO 9000, aumentando a capacidade das organizações em monitorar seu desempenho ambiental e consolidar as sucessivas melhorias obtidas. Nesse sentido, a ISO 14000 será a contrapartida ambiental da ISO 9000.

É bastante provável que os países da OCDE passem a impor barreiras comerciais às importações de países menos desenvolvidos fundamentadas na preservação ambiental, o que implica em fiscalizar a conformidade e o respeito aos sistemas de normalização ambiental. Este tipo de barreira comercial encontra respaldo até mesmo na rodada de negociações do GATT no Uruguai.²¹

Por esta razão, prevê-se que a edição da ISO 14000 terá um enorme impacto nas empresas de atuação internacional e que haverá uma ênfase generalizada destas empresas objetivando a obtenção da certificação. O contexto em que as relações comerciais entre países vai se desenvolver no futuro é, provavelmente, um contexto de submissão generalizada às normas técnicas internacionais.

¹⁹ ABNT, 1994: 6.

²⁰ Marteting News, 1995: 9.

6. Áreas Prioritárias de Desenvolvimento.

Algumas áreas temáticas têm sido especialmente privilegiadas nas políticas de C&T dos países da OCDE. São elas: a tecnologia de informação, a microeletrônica, os novos materiais e a biotecnologia avançada. A prioridade dada a estas áreas se explica pela ampla aplicação destas tecnologias em atividades industriais e empresariais.

A tecnologia de informação e a microeletrônica apresentam uma grande amplitude de aplicações nos mais diferentes setores econômicos e recebem diversas formas de apoio e incentivo nos países desenvolvidos. Isto porque, a tecnologia de informação, integrada à microeletrônica, provê instrumentos que possibilitam o rápido desenvolvimento de novas funções de produção e a substituição genérica de processos produtivos por outros muito mais eficientes.

Além disso, a tecnologia de informação apresenta um intenso impacto, não apenas nos setores industriais, como também em inúmeros serviços essenciais. Diversos setores de serviços, tais como bancos, linhas aéreas e mercados financeiros, vêm se reestruturando como resultado da introdução da tecnologia de informação em seus processos produtivos.

Os novos materiais têm sido extensamente utilizados em atividades de manufatura e no desenvolvimento de aplicações eletro-eletrônicas. As principais áreas de P&D em novos materiais envolvem o processamento de materiais, o desenvolvimento de compósitos, a optoeletrônica, e a microeletrônica.

Diferentemente dos materiais tradicionais, os materiais avançados podem ser desenvolvidos (projetados) para apresentarem as características físicas requeridas por uma determinada aplicação. Nas atividades de manufatura, os novos materiais têm sido muito utilizados para reduzir o peso, a energia de transformação e os custos diretos de produtos industriais. Dessa forma, existe um enorme campo para o desenvolvimento de novos produtos e processos envolvendo aplicações de novos materiais em manufatura. Como tendência, os materiais utilizados na indústria estão se tornando cada vez mais especializados, de alto valor adicionado, e intensivos em P&D.

A biotecnologia avançada, por sua vez, apresenta forte impacto em diferentes cadeias produtivas que utilizem ou produzam qualquer tipo de matéria orgânica.²² As aplicações industriais da biotecnologia avançada são obtidas basicamente a partir de materiais genéticos novos ou externos que são incorporados e expressos em células, bactérias ou culturas de células e tecidos.

²¹ ABNT, 1994: 2.

²² Cerantola, 1991: 27.

A P&D em biotecnologia avançada tem feito uso de diferentes rotas tecnológicas com o objetivo de desenvolver aplicações em imunologia, medicina humana, saúde animal, agricultura, química industrial, bioquímica e microbiologia.²³ As principais rotas tecnológicas da biotecnologia avançada são: engenharia genética e DNA recombinante, as técnicas de fusão celular, e os métodos de bioprocessamento.

As aplicações farmacêuticas e a pesquisa médica têm recebido a maior parte do apoio governamental à P&D. Por exemplo, 66% dos gastos de P&D em biotecnologia nos EUA (1984-85) foram destinados a aplicações médicas.

O interesse dos países desenvolvidos pela biotecnologia se explica pela grande possibilidade de crescimento do mercado mundial de produtos químicos, farmacêuticos, e agrícolas. Alguns estudos prospectivos têm estimado as perspectivas de crescimento do mercado mundial de produtos derivados da biotecnologia: as análises apontam para crescimentos da ordem de 100 bilhões de dólares (agricultura e alimentos) 43 milhões de dólares (farmacêuticos), 16,4 bilhões de dólares (energia) e 10 bilhões de dólares (químicos).²⁴

No entanto, a despeito do enorme impacto dos novos materiais e da biotecnologia nas economias avançadas, a exploração plena e o gerenciamento de inovações nestas áreas tendem a ser conformados no futuro pelas tecnologias de informação. Estas áreas de conhecimento atingiram um patamar onde os avanços dependem mais do tratamento de informações do que propriamente de manipulações físicas. Dessa forma, a tecnologia de informação têm impactado não apenas os setores industriais e de serviços, como também os próprios desenvolvimentos de P&D em microeletrônica, novos materiais e biotecnologia avançada.

7. Apoio às Áreas de Engenharia e Marketing.

O redirecionamento das políticas de C&T para tecnologias de aplicação comercial apresenta algumas implicações importantes ao nível da participação relativa das áreas de engenharia de produtos e processos, *design*, manufatura e marketing nas formas de apoio governamental.

Atualmente, a base do desenvolvimento tecnológico da produção industrial e do comércio internacional se encontra centrado nas tecnologias de informação e comunicação. A revolução tecnológica promovida pela informática tem imposto importantes mudanças organizacionais nas empresas e nas instituições de P&D. O paradigma anterior de produção inflexível, intensiva em capital e energia, está sendo

²³ Cerantola, 1991: 29.

²⁴ Cerantola, 1991: 47

substituído pela produção *enxuta* e flexível, fundamentada em tecnologias intensivas em informação.²⁵

Neste contexto, a capacidade de absorver novas tecnologias e de implantá-las rapidamente nos processos produtivos e tornou essencial para a competitividade internacional das empresas. No entanto, a participação de empresas neste amplo processo de difusão tecnológica envolve o desenvolvimento de capacitações específicas em engenharia de manufatura e em marketing de produtos.

Isto porque o processo de inovação em áreas de aplicação industriais envolve muito mais que ciência básica. A representação típica da alocação aproximada de esforço organizacional para o lançamento de um novo produto industrial é reproduzida no quadro 1.

Verifica-se que a participação relativa de ciência básica no lançamento de um novo produto industrial é da ordem de apenas 5 a 10%. O redirecionamento das prioridades de C&T para aplicações comerciais implica, pois, no apoio em maior escala às áreas de engenharia e marketing que constituem a maior parte do esforço necessário ao lançamento de novos produtos.

TABELA 6. ALOCAÇÃO DE ESFORÇO PARA O LANÇAMENTO DE UM NOVO PRODUTO INDUSTRIAL.

•Concepção - pesquisa, desenvolvimento avançado, invenção básica:	5-10%
•Projeto e engenharia de produto:	10- 20%
•Engenharia de manufatura - lay-out, ferramental, projeto de processo:	40-60%
•Produção inicial e solução de problemas:	5- 15%
•Marketing inicial e lançamento comercial:	0- 20%

Fonte: Brooks, 1994: 478.

8. Participação do Setor Privado nas Despesas de C&T

Outra característica marcante do contexto mundial de C&T é o aumento da participação do setor privado nas despesas nacionais de C&T. Tendo em conta a escalada dos custos de P&D e a intensificação das pressões concorrenciais, as

²⁵ Coutinho, 1994: 115.

grandes empresas nacionais têm explorado as parcerias com universidades, as alianças estratégicas com firmas nacionais ou estrangeiras e os programas de pesquisa cooperativos apoiados pelo setor público. Estas articulações com o setor de C&T exigem gastos expressivos da parte das empresas.²⁶

No âmbito da OCDE, a participação do setor privado nas despesas nacionais de C&T ultrapassou a participação do setor público desde a década de 80. A tabela 7 apresenta, para alguns países da OCDE, a participação dos setores público e privado nos gastos totais de C&T e nos gastos de P&D de aplicação industrial.

Verifica-se que o Japão é o país que apresenta maior participação do setor privado nas despesas de C&T: 72,7% do total de gastos que representa 3,05% do PIB. Os gastos em P&D do setor empresarial, por sua vez, atingem 98,4% de um total que significa 2,4% do Produto Industrial. Embora o governo japonês tenha uma participação relativamente pequena nas despesas de C&T e P&D, ele é o grande responsável pela articulação de um sistema nacional de inovação extremamente dinâmico. Além disso, diversos fatores estimulam a participação do setor privado, entre eles, o tratamento fiscal privilegiado, os empréstimos subsidiados, a existência de grandes conglomerados (Keiratsu) articulados com fornecedores de componentes e insumos industriais, e a integração de empresas industriais com o sistema financeiro.²⁷

Nos EUA, os gastos de C&T atingem 2,75% do PIB, sendo 46,5% dispendidos pelo governo e 50,7% dispendidos pelo setor privado. As despesas de P&D do setor empresarial atingem 2,2% do Produto Industrial, sendo que 71,5% deste total são financiados pela indústria e apenas 28,5% são financiados pelo governo. O relaxamento da política anti-truste e o fortalecimento dos mecanismos de proteção à propriedade intelectual têm criado um ambiente propício à cooperação entre as empresas nacionais. Consórcios de pesquisa ao âmbito setorial, objetivando aumentar a competitividade da indústria norte-americana, têm sido formados com o apoio expressivo de grandes empresas e de agências governamentais.²⁸

Os dados relativos aos países europeus também confirmam uma expressiva participação do setor privado nos gastos nacionais de C&T e P&D. Também nestes países o setor privado têm sido estimulado a aumentar, de um modo geral, sua participação nas despesas nacionais de pesquisa.

No âmbito dos NIC's asiáticos, a Coreia do Sul tem se destacado nos investimentos em C&T. Em 1989, 2,6% do PIB eram destinados ao setor de C&T. Não obstante, o governo deste país pretende elevar os gastos nacionais de C&T para 5% do PIB até o ano 2000. Além disso, durante a década de 80, a indústria coreana destinou entre 5 e 6% do seu faturamento para investimentos em P&D.

²⁶ Arruda, 1994: 30.

²⁷ Arruda, 1994: 31-32.

²⁸ Arruda, 1994: 30.

Embora o processo de desenvolvimento tecnológico seja liderado por institutos patrocinados pelo governo, este participa com apenas 20% das despesas nacionais de P&D na Coreia do Sul. Subsídios diretos, incentivos fiscais e crédito preferencial são extensamente utilizados para estimular a atividade privada de P&D. No entanto, o fator prioritário do desenvolvimento coreano é, sem dúvida, a educação. Durante a década de 80, o país destinou mais de 22% de seu orçamento global para despesas com educação.

Observa-se que virtualmente todos os países avançados possuem políticas públicas destinadas a estimular os gastos privados em pesquisa. Em diferentes graus, os governos participam diretamente na pesquisa científica e proveem incentivos e financiamentos para projetos privados de P&D. Um princípio básico que parece estar se tornando consenso entre os governos destes países é que as políticas públicas devem ser políticas de inovação e não simplesmente políticas de C&T.²⁹

TABELA 7. GASTOS PÚBLICOS E PRIVADOS EM P&D EM PAÍSES SELECIONADOS - 1991

(em porcentagens)

	Gastos em C&T			Gastos do Setor Empresarial em P&D		
	(%) financiado por:			(%) financiado por		
PAÍS	(%)PNB	Governo	Indústria	(%)Produto Industrial	Governo	Indústria
EUA	2,75	46,8	50,7	2,2	28,5	71,5
JAPÃO	3,05	18,2	72,7	2,4	1,4	98,4
ALEMANHA	2,66	36,5	60,5	2,4	10,7	85,8
FRANÇA	2,42	48,8	42,5	1,9	22,3	66,2
REINO UNIDO	2,08	34,2	50,2	1,8	14,6	69,4
ITÁLIA	1,32	46,6	47,8	0,7	11,8	79,6

Fonte: OCDE, 1994; citado por Arruda, 1994

Obs.: Os dados relativos ao Japão são considerados super-estimados por Arruda, 1994.

²⁹ Porter, 1990: 631.

Bibliografia

- ALLARD, A. L'industrie mondiale de l'armement. In: L'economie mondiale 1994. Paris: Ed. La Découverte, 1993. p.82-94 cap.3, pt.8
- ARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. The globalisation of technology: a new taxonomy. Cambridge Journal of Economics, v.19, n.1, p.121-40, Feb. 1995.
- ARRUDA, M.F.M. A indústria e o desenvolvimento tecnológico nacional. In: CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Ciência e tecnologia: alicerces do desenvolvimento. São Paulo: COBRAM, 1994. cap.1, p.23-44.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. O Brasil e a futura série ISO 14000. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 13p.
- BONNAZ, H. Le GATT dans l'impasse? In: L'economie mondiale 1994. Paris: Ed. La Découverte, 1993. p.49-59, cap.2, pt.5.
- BRANSCOMB, Lewis M. United States science and technology policy: issues for the nineties. In: Schwartzman, S. (coord.) Science and technology in Brazil: a new policy for a global world. Rio de Janeiro: FGV, 1995. p. 140-226.
- BROOKS, H. The relationship between science and technology. Research Policy, v.23, n.5, p.477-86, Sept. 1994.
- CANTRALL, E. W. Two more challenges for R&D Directors. Research Technology Management, v.37, n.6, p.10-1, Nov./Dec. 1994.
- CORCORAN, E. The changing role of U.S. Corporate Research Labs. Research Technology Management, v.37, n.4, p.14-20, July/Aug. 1994.
- COUTINHO, L.G. Superação da fragilidade tecnológica e a ausência de cooperação. In: CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Ciência e tecnologia: alicerces do desenvolvimento. São Paulo: COBRAM, 1994. cap.3, p. 107-124.
- DACEY, G.C. The U.S. needs a National Technology Policy. Research Technology Management, v.38, n.1, p.9-13, Jan./Feb. 1995.
- DASGUPTA, P.; DAVID, P.A. Towards a new economics of science. Research Policy, v.23, n.5, p.487-521, Sept. 1994.
- DUGA, J.J. IRI trends forecast reflects major change in how U.S. industry will perform R&D. Research Technology Management, v.37, n.3, p.9-11, May/June 1994

- FERRÉ, George. Science and technology in the new world order. In: Schwartzman, S. (coord.) Science and technology in Brazil: a new policy for a global world. Rio de Janeiro: FGV, 1995. p. 72-104..
- FRANSMAN, M. Is national technology policy obsolete in a globalised world? the japanese response. Cambridge Journal of Economics, v.19, n.1, p.95-119, Feb. 1995.
- GUERRIERI, P.; MILANA, C. Changes and trends in the world trade in high-technology products. Cambridge Journal of Economics, v.19, n.1, p.225-42, Feb. 1995.
- INDUSTRIAL Research Institute's Annual R&D trends forecast. Research Technology Management, v.38, n.1, p.14-6, Jan./Feb. 1995.
- LASTRES, H.M.M.; FREEMAN, C. The advanced materials revolution and the japanese system of innovation. New York: Martin Press, 1994. 246p.
- MACLACHLAN, A. Industrial expectations and the research universities. Research Technology Management, v.37, n.6, p.9, Nov./Dec. 1994.
- METCALFE, J.S. Evolutionary economics and technology policy. The Economic Journal, v.104, n.425, p.931-44, July 1994.
- MOWERY, David C.; OXLEY, Joanne E. Inward technology transfer and competitiveness: the role of national innovation systems. Cambridge Journal of Economics, v.19, n.1, p.67-93, Feb. 1995.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. Science, technology, and the federal government: national goals for a new era. Washington: National Academy Press, 1993. 54p.
- PATEL, P. Localised production of technology for global markets. Cambridge Journal of Economics, v.19, n.1, p.141-53, Feb. 1995.
- PORTER, M.E. The competitive advantage of nations. New York: The Free Press, 1990. 885p.
- ROUSSEL, Philip A. et al. Pesquisa & desenvolvimento: como integrar P&D ao plano estratégico e operacional das empresas como fator de produtividade e competitividade. São Paulo: Makron Books, 1992. 198p.
- SCHWARTZMAN, S. (coord.) Science and technology in Brazil: a new policy for a global world. Rio de Janeiro: FGV, 1995. 284p.
- STONEMAN, P.; DIEDEREN, P. Technology diffusion and public policy. The Economic Journal, v.104, n.425, p.918-30, July 1994.

WORLD BANK. The East Asian miracle: economic growth and public policy.
New York: Oxford University Press, 1993. 387p.