Práticas e Políticas Internacionais de Colaboração Ciência-Indústria

Regina Gusmão
Assessora Técnica – FAPESP

RESUMO

Nas economias contemporâneas, o desempenho dos sistemas de inovação estão, em grande medida, associados à intensidade e à eficácia das interações entre os diferentes atores envolvidos na geração e difusão de novos conhecimentos e novas tecnologias. Essas interações traduzem-se numa forma institucionalizada de "aprendizagem" mútua, que contribui para a criação de um estoque de conhecimentos economicamente úteis.

A partir desse postulado geral, o artigo propõe uma análise das principais evoluções na natureza das interações entre a pesquisa científica e a atividade industrial nos países desenvolvidos, focalizando as novas modalidades de intervenção dos poderes públicos voltadas ao favorecimento e ao apoio direto a essas colaborações.

O artigo baseia-se, fundamentalmente, nas informações coletadas por dois estudos comparativos das experiências mais recentes observadas nos principais países industrializados, realizados sob os auspícios da OCDE e da União Européia. As "relações ciência-indústria" (RCI) prevalecentes nesses contextos são aqui examinadas sob a perspectiva das modalidades e da importância relativa dos dispositivos de cooperação existentes, dos novos arranjos institucionais e das estruturas de incitação que vêm sendo amplamente adotadas pelos poderes locais. Finalmente, são brevemente apresentadas algumas implicações de política e as principais recomendações que emanam desses estudos.

PALAVRAS-CHAVE | Transferência de Tecnologia; Pesquisa em Cooperação; Colaborações Ciência-Indústria; Sistemas Nacionais de Inovação; Política de C&T

CÓDIGOS JEL | O3, O38

ABSTRACT

In contemporary economies, the performance of innovation systems is in a large measure, associated to the intensity and efficiency of interaction among the different players involved in the generation and diffusion of new knowledges and technologies. These interactions are translated into a kind of institutionalized mutual "learning" that contributes to create a stock of economically useful knowledges.

From this general postulate, the paper offers an analisys of the main developments in the nature of the interactions among scientific research and industrial activity in developed countries, focusing the new ways of public power intervention aiming to favour and to directly support these collaborations.

The paper is based essentially in the information gathered in two comparative studies of the more recent experiences observed in the main industrialized countries, carried out under the patronage of OECD and the EU. The "industry-science relationships" (RCI) prevailing in these contexts are here examined under the perspective of the modalities and of the relative importance of the available cooperation dispositives, of the new institutional arrangements and of the structures of incentive that are being widely adopted by local powers. Finally, some policy implications and the main recommendations deriving from these studies are briefly presented.

KEYWORDS | Technological Change; Cooperative Research; Science-Industry Cooperation; Innovation National Systems; S&T Policy

JEL-CODES | O3, O38

1. Introdução

As colaborações entre o setor público e o setor privado em matéria de pesquisa e desenvolvimento tecnológico (P&D) não têm uma história recente. Elas são características do sistema alemão desde o século XIX; no Reino Unido, já no início do século XX, elas passam a assumir a forma de “missões de conselho”, realizadas por departamentos universitários de ciências e de engenharia junto às novas indústrias em expansão. Mas foi nos Estados Unidos, no período da guerra fria, marcado por novas orientações de política induzidas pelo crescimento dos gastos de P&D no setor de defesa, que a antiga prática de colaboração entre as universidades e o mundo industrial ganha um novo e definitivo impulso. No Japão do pós-guerra, essas colaborações passam a fazer parte integral dos

grandes programas tecnológicos governamentais, voltados à superação do atraso do país em determinados setores.

Nos anos 1960 e 1970, os países industrializados são conduzidos a encorajar ainda mais as parcerias entre as instituições de P&D e o setor produtivo, com vistas a orientar os esforços de produção de novos conhecimentos para a promoção do desenvolvimento econômico local e, em particular, para a criação de novos empregos. No início dos anos 1980, o sucesso da política de transferência de tecnologia e o notável crescimento industrial do Japão, somados à forte concorrência nos mercados mundiais de tecnologia, levaram os Estados Unidos a fazer das "relações ciência-indústria" (RCI)[1] um componente-chave de sua política tecnológica e de inovação. Na maioria dos países, o estímulo à colaboração ciência-indústria passa então a ser visto como um importante instrumento de intervenção, transformando-se num dos pilares dos programas nacionais de C&T.

O aumento significativo das RCI foi induzido por um conjunto de diferentes fatores, dos quais a literatura especializada destaca: a aceleração do ritmo de transição em direção a uma "economia baseada no conhecimento"; o desenvolvimento da globalização da economia e da concorrência entre firmas; as restrições orçamentárias e a redução generalizada dos financiamentos públicos à pesquisa; e a forte elevação dos custos das atividades de P&D. A essa lista costuma-se ainda acrescentar: o estreitamento dos ciclos de vida dos produtos e, conseqüentemente, do horizonte temporal das atividades de P&D; o processo de externalização das atividades de pesquisa das indústrias, em benefício dos institutos públicos e universidades; e as modificações nas regras de propriedade intelectual dos resultados das pesquisas financiadas com fundos públicos.

Nos termos de Cervantes (1998), as colaborações entre os setores público e privado passaram a fazer parte integrante do "novo paradigma" da política tecnológica e de inovação dos países industrializados. As instituições de pesquisa e universidades têm sido cada vez mais constrangidas a orientar os resultados de seus esforços de P&D a serviço do aumento da competitividade da indústria nacional e do crescimento econômico. Para os poderes públicos, as principais

[1] Tradução do termo "*Industry-Science Relationships (ISR)*", que é hoje amplamente utilizado na literatura especializada, particularmente em estudos comparativos das diferentes iniciativas de cooperação universidade-empresa que vêm sendo tomadas nos países desenvolvidos.

vantagens dessa interação residem na melhor rentabilidade social da exploração e comercialização dos resultados das pesquisas financiadas com recursos públicos, e na diversificação das fontes de financiamento disponíveis. Para as empresas, além da redução dos riscos e da repartição dos custos, as parcerias com instituições públicas autorizam o acesso à novas competências, a possibilidade de absorção de conhecimentos e descobertas mais recentes, e a realização de pesquisas exploratórias em novas áreas, distintas daquelas de sua atuação principal.

A multiplicação das colaborações entre empresas, universidades e laboratórios governamentais vem transformando o sistema de pesquisa e de inovação dos países industrializados num sistema altamente cooperativo, com uma organização hierárquica do trabalho, uma distribuição de responsabilidades e de recursos, e submetida a esquemas de controle e de avaliação de seus resultados. Nos termos de alguns autores, uma transformação radical da economia das instituições científicas está em curso: a "organização linear" da ciência e da tecnologia, baseada num conjunto pouco articulado de instituições relativamente isoladas, vem transformando-se num sistema de interações recorrentes; em conseqüência, o modelo de organização da P&D repousa atualmente sobre o conceito de *coordenação* e, localmente, sobre o de *integração* dos diferentes agentes públicos e privados envolvidos (Cassier, 1997). Nesse sentido, o papel do poder público evoluiu do simples suporte financeiro, para a criação e manutenção da infra-estrutura necessária à comunicação e à cooperação entre esses agentes. Essa evolução tem conduzido autoridades e gestores a repensar a estrutura de financiamento da P&D, as bases de sua avaliação, os mecanismos de seleção de prioridades, os instrumentos de estímulo à comercialização da pesquisa em cooperação. Em suma, o "gerenciamento da P&D" impõe-se como um recurso estratégico de fundamental importância para a inovação.

A experiência internacional revela que existem hoje variadas modalidades de colaboração C&T entre o setor público e o setor privado, associadas a uma multiplicitade de dispositivos institucionais que foram criados para facilitar essa cooperação. Mesmo ainda dispondo-se de um número limitado de informações agregadas e precisas sobre os verdadeiros impactos dessas iniciativas, já é possível constatar que esses dispositivos exercem um real efeito de alavancagem dos esforços de pesquisa e de inovação, além de importantes

efeitos indiretos (como, por exemplo, o aperfeiçoamento da "operação em rede" e do fluxo de conhecimentos tácitos), suscetíveis de promover colaborações mais amplas e duradouras.

O objetivo deste artigo é discutir as principais características e o alcance das colaborações ciência-indústria prevalecentes nos países industrializados, em particular na zona da OCDE.[2] São focalizados alguns aspectos relativos à natureza e à importância relativa dos dispositivos de transferência adotados, ao quadro organizacional de apoio e às estruturas de incitação – de natureza financeira, gerencial e regulamentar – criadas para a gestão da pesquisa em cooperação.

Esses aspectos são aqui tratados em seções distintas. Na seção 2, a seguir, são brevemente apresentados os fundamentos e os fatores principais que estão na origem do rápido desenvolvimento das RCI, acompanhados de um panorama geral das modalidades prevalecentes nos países da OCDE. A seção 3 focaliza as principais tendências identificadas por estudos comparativos mais recentes, enfocando os novos arranjos, regulamentações e mecanismos oficiais de apoio, que têm sido amplamente adotados pelos poderes públicos. Numa perspectiva mais concreta e ilustrativa dessas evoluções, a seção 4 detém-se na descrição das principais mudanças operadas nos sistemas públicos de pesquisa dos países europeus, em particular da França, do Reino Unido e da Alemanha, cujos sistemas nacionais de pesquisa e inovação repousam sobre modelos bastante contrastados. Finalmente, em função do caráter pioneiro e da relevância dos resultados obtidos pelo trabalho de dois anos desenvolvido pelo Working Group on Technology and Innovation Policy da OCDE [3] – que constitui uma das principais fontes das informações tratadas neste artigo – a seção 5 indica brevemente as principais conclusões e recomendações que emanam desse trabalho, em especial no que tange às frentes abertas que demandam uma ação pública mais efetiva por parte dos países membros.

[2] As informações e análises aqui apresentadas foram extraídas do relatório final de um estudo conduzido pela autora no âmbito de uma convenção firmada entre o Observatoire des Sciences et des Techniques (OST) e o Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), ambos na França, com vistas a estabelecer um quadro de referências e fornecer insumos para a definição de uma "estratégia de cooperação com o setor industrial" para o INRA (OST, 2000).

[3] Trata-se dos resultados do projeto Benchmarking Industry-Science Relationships, pilotado pelo Committe for Science and Technological Policy da OCDE, beneficiando-se de informações produzidas e fornecidas pelos Estados membros. O relatório final do projeto analisa as mudanças no papel das relações ciência-indústria (RCI) nos sistemas nacionais de inovação, propõe procedimentos para sua avaliação, apresenta indicadores comparativos sobre a configuração e a intensidade das RCI nos diferentes países, e sugere algumas *good practices* e recomendações para seu aperfeiçoamento (OCDE, 2002). Boa parte das experiências e dispositivos mencionados ao longo deste artigo foram extraídos dessa publicação.

2. Principais fundamentos e modalidades de cooperação ciência-indústria

No campo da pesquisa científica e tecnológica, a expressão "relações ciência-indústria" (RCI) refere-se a toda relação baseada na inovação onde os atores públicos e privados contribuem conjuntamente com os recursos financeiros, humanos e/ou de infra-estrutura envolvidos no empreendimento. Nessa perspectiva, as colaborações não constituem simples mecanismos de pesquisa contratual para subvencionar a P&D industrial; elas traduzem-se em acordos formais ou informais, onde são traçados os objetivos gerais e específicos da pesquisa, assim como os aspectos relacionados à comercialização dos resultados, fazendo intervir dois atores ou mais (Cervantes, 1998).

A intensificação e diversificação dessas interações são mais notadas e documentadas nos Estados Unidos, mas elas são também claramente identificáveis nos demais países, inclusive naqueles onde as trocas informais sempre tiveram um papel preponderante (como na França e no Japão). Inúmeros trabalhos apontam as *driving forces* que estão na origem dessas transformações na forma de cooperação entre a pesquisa fundamental, a pesquisa aplicada e a pesquisa industrial. Dentre elas destacam-se (OCDE, 2000):

– a aceleração do progresso técnico e a expansão espetacular do mercado naqueles setores onde a inovação está diretamente associada ao avanço dos conhecimentos científicos de base (biotecnologias, tecnologias da informação, novos materiais, etc.);
– o papel das novas tecnologias da informação e das comunicações, facilitando e agilizando as trocas entre a comunidade de pesquisadores;
– o aumento da demanda do setor industrial por colaborações com base científica, como requisito para a absorção de conhecimentos externos e de natureza multidisciplinar;
– as exigências de redução dos custos da P&D nas empresas, e a necessidade de se garantir um acesso privilegiado e rápido a novos conhecimentos;
– o desenvolvimento de um novo "mercado de conhecimentos", estimulando o financiamento e a gestão de uma vasta gama de atividades de comercialização e de transferência desses conhecimentos;

– a entrada dos institutos de pesquisa e das universidades nesse novo mercado em explosão, estimulada pela baixa generalizada dos investimentos públicos em P&D.

Deve-se ressaltar que esses fatores, ou *driving-forces*, operam de forma mais direta em determinados países do que em outros, e que eles não encontram os mesmos obstáculos nos diferentes contextos nacionais. Países como os Estados Unidos, que estão bastante avançados na construção de um modelo mais fluido e diversificado de RCI, começam a ter que fazer face a novos tipos de problemas relacionados à regulamentação. Nos países europeus, os sistemas de incitação estão claramente em expansão, mas seu desenvolvimento ainda é desigual.

Como mencionado anteriormente, a natureza e o alcance dos mecanismos oficiais de incitação das colaborações público-privado em matéria de pesquisa e desenvolvimento variam consideravelmente de um país a outro; eles compreendem desde a supressão de barreiras normativas relacionadas ao estatuto do pesquisador público, até o financiamento de grandes programas multilaterais. No entanto, a experiência internacional mostra que, na maioria dos casos, as vias informais de comunicação são bem mais numerosas que as vias formais e que, em geral, elas têm se revelado decisivas para o sucesso das iniciativas oficiais. Nos termos de certos autores, os mecanismos formais de condução das RCI correspondem apenas à face visível de um *iceberg*: a maior parte das colaborações, sobretudo nos países onde as estruturas de regulação são mais restritivas, se faz por intermédio de canais informais e indiretos, ou através de canais diretos "não-oficiais". As pesquisas nacionais de inovação inglesas, por exemplo, revelam que a metade das firmas manufatureiras do país consideram os laboratórios universitários como uma importante fonte de conhecimentos para inovação, mas não mais do que 10% dessas empresas afirmam desenvolver com eles relações formais ou contratuais de colaboração (Senker, 1998).

Não obstante, não resta dúvida de que as relações informais entre os pesquisadores, acadêmicos e industriais que prevaleciam num passado recente estão tomando progressivamente a forma de iniciativas e/ou programas bem estruturados, cujas modalidades mais significativas são relacionadas a seguir.

- *A "pesquisa sob encomenda" (contract research)*

Em toda a zona OCDE, observa-se uma forte tendência ao financiamento privado de atividades de pesquisa realizadas nas universidades e nas instituições de pesquisa, na forma de projetos específicos, regidos por contratos de financiamento detalhados. O desenvolvimento da "pesquisa sob encomenda" explica-se por uma série de fatores, mas foi fortemente impulsionado pela redução dos investimentos em pesquisa por parte das empresas, que progressivamente passaram a externalizar uma boa parte de suas necessidades de P&D. Por outro lado, através desses contratos, as empresas asseguram um acesso mais rápido aos novos conhecimentos por intermédio de projetos mais direcionados às suas necessidades concretas. De fato, a "pesquisa sob encomenda" oferece às empresas a possibilidade de participar mais diretamente das pesquisas realizadas nos laboratórios públicos e de melhor definir, com os pesquisadores envolvidos, o que elas esperam como principais resultados.

- *Programas de treinamento e estágios de pesquisadores na indústria* (*training & mobility programs*)

Programas de estágios de formação ou a permanência por período determinado de pesquisadores públicos em empresas industriais constituem uma outra forma corrente de cooperação ciência-indústria. Essa interação assume formas diversas, como por exemplo: a alocação, a título temporário, de pesquisadores confirmados ou de doutorandos na indústria, em missões específicas de pesquisa e treinamento; a utilização das instalações disponíveis na indústria para a condução de pesquisas acadêmicas; a permanência de técnicos e engenheiros das indústrias nas universidades, para o desenvolvimento de atividades docentes e/ou a participação em projetos de longo prazo, que não poderiam ser conduzidos pela empresa de forma isolada; a alocação de estudantes diplomados junto a tutores pertencentes ao mundo industrial. Essas iniciativas, geralmente financiadas com fundos públicos, visam fundamentalmente o aprendizado do trabalho no meio industrial, o desenvolvimento de competências técnicas e de gestão específicas, a adoção de uma abordagem multidisciplinar na resolução de problemas e o estabelecimento de contatos informais, que podem favorecer futuros contratos de transferência de conhecimentos. Note-se que, em alguns países, foram criados programas específicos direcionados às pequenas e médias empresas; o dispositivo holandês

KIM, por exemplo, foi criado para facilitar o recrutamento, por parte dessas empresas, de pesquisadores qualificados para a realização de projetos de P&D específicos. Mais recentemente, o procedimento TCS – Teaching Company Scheme, criado no Reino Unido em 1975, tem se voltado às PME, que chegaram a representar, em 2000, 90% dos industriais mobilizados pelo programa.[4] Um outro tipo de abordagem consiste em fomentar pesquisas de doutorado a partir de projetos desenvolvidos conjuntamente por uma universidade e uma empresa, como o programa inglês CASE – Collaborative Awards in Science & Engineering; ao estudante é atribuída uma bolsa de estudos do Research Council em complementação à parcela de recursos assegurada pelo parceiro industrial (OCDE, 2002).

- *Projetos de pesquisa em colaboração com o setor privado sob financiamento público*

Em quase todos os países são também mantidas linhas de financiamento público para projetos envolvendo parceiros do setor empresarial, voltados ao desenvolvimento de pesquisas orientadas para aplicações industriais, ou seja, os chamados projetos de "pesquisa pré-competitiva". Na maioria dos casos, essa cooperação assume a forma de projetos bilaterais, conduzidos nos laboratórios de uma empresa, de uma universidade ou de um instituto de pesquisa. Esses financiamentos visam essencialmente encorajar a formação de redes de colaboração entre pesquisadores dos setores público e privado, acelerar a transferência de tecnologia e a exploração comercial dos resultados das pesquisas, mobilizar as capacidades de inovação das PME e, acima de tudo, orientar os programas de ação das universidades e institutos de pesquisa para o atendimento das necessidades do setor produtivo e do mercado. Na Alemanha, por exemplo, o Ministério da Educação e da Pesquisa (BMBF) subvenciona projetos de pesquisa em cooperação entre pequenas empresas e universidades totalmente orientados para aplicações industriais, por intermédio da federação alemã de associações para a pesquisa industrial em cooperação (AIF). Já o programa LINK, lançado no Reino Unido,

[4] Esse dispositivo baseia-se em parcerias entre firmas e instituições de ensino superior para a formação e a transferência de conhecimentos. Os participantes do programa são financiados por intermédio de bolsas do governo alocadas nas universidades, complementadas por um suporte financeiro dos parceiros industriais. Esses fundos cobrem a contratação, por parte de uma empresa, de um ou mais pesquisadores com pós-graduação (conhecidos como TCS Associates), com comprovados conhecimentos em ciências ou engenharia, que devem trabalhar por um período de no mínimo dois anos nessa empresa, desenvolvendo projetos específicos. Uma pequena parcela de sua carga horária de trabalho (10%) deve ser gasta na universidade colaboradora, em atividades acadêmicas.

em 1986, promove a colaboração de empresas com pesquisadores de instituições públicas para o desenvolvimento de projetos situados em áreas de importância estratégica particular.[5]

- "*Consórcios de pesquisa*"

Além dos projetos bilaterais ou colaborações de natureza mais dirigida, como os acima mencionados, os governos dos países centrais também co-financiam projetos de cooperação em larga escala, baseados na associação de um grande número de instituições de pesquisa e de empresas industriais, para o desenvolvimento de tecnologias em setores de ponta ou para a condução de pesquisas de grande alcance, de custo particularmente elevado. Um dos melhores exemplos desse tipo de cooperação refere-se aos projetos multilaterais financiados no âmbito dos programas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico da União Européia (EC, 1997), que serão examinados mais adiante, na seção 4.3. Já na esfera nacional, o programa japonês ERATO, administrado pela JST-Japan S&T Corporation, foi pioneiro na promoção de grandes projetos de pesquisa multilaterais, associando industriais, universidades e poder público; no âmbito desse programa, os consórcios de pesquisa reagrupam de 10 a 20 membros, liderados por um *project leader*, encarregado do desenvolvimento de atividades de pesquisa fundamental por um período máximo de cinco anos.[6] No caso dos Estados Unidos, o desenvolvimento e suporte a consórcios de P&D mais amplos são objeto de um programa específico denominado Advanced Technology Program (OCDE, 1998b).

- "*Centros de excelência*"

Por intermédio do financiamento a instalações ou grandes equipamentos de pesquisa, geralmente baseados em universidades ou institutos de pesquisa, os países procuram criar "centros de excelência" que são, em geral, de natureza multidisciplinar. De uma maneira geral, os poderes públicos asseguram um financiamento por um período determinado (de três a dez anos), com uma

[5] LINK é o principal dispositivo governamental inglês de promoção da cooperação em matéria de pesquisa pré-competitiva entre empresas industriais e instituições científicas, voltado à inovação de produtos, processos ou serviços. Ele concentra-se em áreas de particular importância estratégica para a economia do país. Cada subprograma (em áreas como engenharia médica, novos sistemas de comunicação, veículos do futuro, ciência avançada em alimentação, etc.), financia um conjunto de projetos envolvendo equipes de P&D do setor público e do setor industrial. A esse respeito, ver Senker *et al*. (1999).

[6] O financiamento é da ordem de centenas de milhões de yen, por ano, incluindo despesas de pessoal relativas aos pesquisadores envolvidos, que são empregados pelo *JST*. Para pesquisadores provenientes do setor industrial, que representam cerca de 40% do total de beneficiários, é estabelecido um contrato temporário de transferência (OCDE, 2002).

contrapartida equivalente da indústria. Foi nos Estados Unidos que uma das mais antigas iniciativas desse tipo foi implementada: trata-se da criação dos University-Industry Research Centers (UIRC), promovidos pela National Science Foundation, que já financiou a criação de mais de 50 entidades desse tipo, em diferentes setores. O país também estimulou o desenvolvimento dos Engineering Research Centers e dos Science and Technology Centers, dos quais os industriais podem vir a tornar-se membros mediante uma contribuição anual; esta lhes assegura o direito de participar da seleção de prioridades da carteira de projetos, e o acesso aos resultados obtidos. Esse tipo de abordagem, que se apóia na criação de centros de pesquisa cooperativa de certa forma "autônomos", consiste em criar uma interface institucional que possa vir a tornar-se um lugar de encontro estável para as colaborações. Nesse sentido, a oficina nacional para o desenvolvimento industrial e técnico da Suécia, NUTEK, implementou um dispositivo de financiamento de centros de competência nas universidades e instituições de pesquisa, dos quais as empresas industriais participam ativamente; existem atualmente 30 centros de excelência NUTEK em oito universidades e institutos de tecnologia do país. Na Finlândia, foram criados 11 centros de competência, voltados ao estímulo da cooperação entre as PME, as autoridades locais, os parques científicos, as universidades e os institutos de pesquisa. Na Áustria, o programa Kplus implementou cerca de 20 centros desse tipo, financiados a 60% com fundos públicos; já na Holanda optou-se por uma abordagem mais seletiva, através da criação de quatro Technological Top Institutes, com o objetivo de encorajar a cooperação C&T de alto nível (OCDE,1998b e 2002).

3. Transformações recentes das relações ciência-indústria na zona OCDE

O rápido desenvolvimento das relações ciência-indústria observado nos países industrializados veio acompanhado de transformações importantes nos objetivos e nas estratégias das partes envolvidas. Em termos gerais, os primeiros objetivos dos poderes públicos na promoção das RCI é o estímulo e o aperfeiçoamento do processo de geração e difusão de conhecimentos, o fortalecimento do retorno social dos investimentos públicos em P&D, o aumento

da produtividade e o crescimento econômico nacional. No entanto, os objetivos reais são menos abstratos; envolvem questões relacionadas à situação do mercado de trabalho, à seleção de prioridades de financiamento, à escolha de instrumentos de política tecnológica e à gestão do sistema nacional de pesquisa e de inovação.

As diferentes categorias de instituições públicas de pesquisa, por sua vez, valorizam as relações com os industriais por razões diversas. Fundamentalmente, as universidades visam atualizar e ajustar a estrutura disciplinar e obter apoio – técnico e financeiro – do setor privado para manter suas capacidades internas de pesquisa e desenvolvimento. Já as chamadas *leading research universities* adotam objetivos mais ambiciosos, como a criação de alianças estratégicas com as grandes empresas para consolidar sua posição nas redes de inovação e garantir sua parte nos mercados de novos conhecimentos, em rápida expansão. Em contrapartida, universidades menores, que enfrentam atualmente uma concorrência mais acirrada para a obtenção de recursos públicos, procuram transformar uma parte de seus departamentos acadêmicos e de pesquisa em unidades de apoio às atividades comerciais e de gestão dos "projetos sob encomenda". Já os institutos públicos de pesquisa, sobretudo os especializados, que sempre mantiveram uma colaboração estável e relações privilegiadas com a indústria, procuram diversificar suas atividades para além de suas áreas tradicionais de atuação, às vezes em estagnação. Atualmente, eles se vêem obrigados a promover adaptações e ajustes para enfrentar as exigências das novas indústrias baseadas no conhecimento, onde as pequenas empresas de alta tecnologia desempenham um papel central.

Quanto ao setor privado, as pesquisas nacionais de inovação (ou *Innovation Surveys*, realizadas periodicamente nos diferentes países a partir de metodologias comuns propostas por instâncias internacionais como a Comissão Européia ou a OCDE) revelam que, face ao risco de falta persistente de trabalho altamente qualificado, a melhoria do acesso a recursos humanos qualificados é considerado como o benefício mais importante que os industriais esperam das colaborações com as instituições públicas de P&D. Porém, um acesso privilegiado a novos conhecimentos e o aperfeiçoamento dos esforços próprios de P&D passaram também a adquirir uma importância estratégica particular. [7]

[7] A título de ilustração, estima-se que cerca de três quartos das referências de publicações científicas listadas nas patentes americanas envolvem pesquisadores do setor acadêmico. Ademais, segundo Mansfield (1998), aproximadamente um terço dos novos produtos, de acordo com o setor, não poderiam ter sido lançados sem o *input* direto de pesquisas recentes desenvolvidas nas universidades.

3.1. Comercialização dos resultados da P&D

Considera-se que a mudança mais espetacular nas relações ciência-indústria observadas na última década é o crescente aumento de certas modalidades formais de transferência de conhecimentos e sua transformação em bens econômicos, particularmente através do depósito de patentes e da criação das chamadas *spin-offs*, que serão tratadas na próxima seção.

Nos Estados Unidos, ao longo dos anos 1990, as universidades e os institutos de pesquisa americanos mais que dobraram seus esforços de patenteamento. Nesse país, o depósito de patentes pelas universidades aumentou mais rapidamente que a média nacional, e de forma mais acentuada que o aumento dos dispêndios de P&D nessas instituições. No entanto, os Estados Unidos já não são os únicos a obterem resultados tão positivos; na Alemanha, por exemplo, a taxa de solicitação de patentes onde os inventores são professores universitários não cessa de crescer desde os anos 1980, chegando a atingir, em 1995, 4% do total de solicitações (OCDE, 2000).

A propriedade intelectual é fonte de numerosos conflitos entre a pesquisa pública e o mundo empresarial. Historicamente, os Estados Unidos foram o país que mais levou adiante a proteção formal dos direitos de propriedade intelectual da P&D financiada com recursos públicos. A lei Bayh-Dole Patent and Trademark Amendments Act, de 1980, permite aos participantes de pesquisas financiadas com fundos federais depositar solicitações de patentes e conceder licenças de exploração a terceiros. Essa possibilidade suscitou um forte aumento no número de parcerias e colaborações, muito embora ela prenuncie, segundo os especialistas, uma evolução preocupante: as universidades passam a se mostrar mais propensas a aceitar restrições significativas para a publicação de pesquisas conduzidas juntamente com os industriais, o que pode bloquear a difusão de importantes descobertas científicas enquanto a solicitação de patentes não for depositada.

O aspecto principal a salientar aqui é que as modificações nas leis de patentes nos Estados Unidos, e também em outros países europeus, principalmente a partir de meados dos anos 1990, conduziram à criação, no interior das universidades e dos institutos de pesquisa, de novas agências intermediárias para a formalização das interações com o setor privado. Essas unidades especiais são incumbidas da exploração comercial, da concessão de licenças ou da transferência de tecnologia, interagindo diretamente com os parceiros empresariais desde a negociação dos

contratos até o estabelecimento de disposições finais relativas a concessões e contrapartidas. Em outros países, como veremos na seção 3.4., instituições de ensino superior procuram igualmente criar estruturas intermediárias externas para o gerenciamento dos laços cada vez mais complexos estabelecidos com o mundo industrial.

À imagem do que é feito nos Estados Unidos, a maior parte dos países europeus concede a propriedade dos resultados das pesquisas financiadas com fundos públicos à própria instituição executora, e não ao inventor.[8] Observa-se porém uma certa heterogeneidade a esse respeito, resultante do complexo tecido de regulamentações existentes sobre a matéria. Na Alemanha, por exemplo, os institutos governamentais adquirem o direito de propriedade intelectual sobre a pesquisa financiada com fundos públicos; nas universidades, entretanto, é o professor ou pesquisador responsável que adquire esses direitos. No Reino Unido, observam-se diferentes tipos de regras, mas a tendência, principalmente nos novos *polytechnics*, é a de que o título de propriedade seja transferido à instituição e não ao pesquisador.

O crescente aumento dos depósitos de patentes tem gerado importantes conseqüências na orientação geral das políticas nacionais de pesquisa e de inovação. Realizado com o intuito de melhor conhecer e aprofundar essas questões, o estudo comparativo da OCDE mencionado na introdução deste artigo, e cujos resultados finais foram recentemente publicados no volume *Benchmarking Industry-Science Relationships* (OCDE, 2002), abrem novas pistas para análise e para estudos mais aprofundados. Nos parágrafos que se seguem, destacamos as que nos parecem particularmente relevantes.

– À exceção de alguns casos extremos, as receitas provenientes de licenças não reduzem de maneira significativa a necessidade de obtenção de outras fontes de financiamento por parte das instituições públicas de pesquisa. Nos Estados Unidos, por exemplo, essas receitas representam, em média, não mais do que 3% dos fundos de pesquisa das universidades e menos de 2% das despesas de P&D dos institutos públicos.

– O depósito de patentes nem sempre é um bom indicador do nível de produção científica de uma instituição ou grupo de pesquisa. A distribuição

[8] Segundo as disposições do Bayh-Dole Patent and Trademark Amendments Act (Mowery, 1999).

do conjunto de patentes solicitadas pelas universidades é fortemente influenciada pela *performance* espetacular de determinados setores; ademais, de uma maneira geral, a maior parte dos ganhos com licenças provém de um número restrito de invenções que se verificaram bem-sucedidas. A título de ilustração, em 1997, a duplicação das receitas provenientes de patentes do maior organismo público de pesquisa francês, o CNRS – Centre National de la Recherche Scientifique, foi em grande parte resultante da exploração de um só produto (o *Taxoter*) que, sozinho, totalizou quase 40% dessas receitas totais.

– Os esforços do poder público para estimular e favorecer a comercialização dos resultados das pesquisas devem ser interpretados à luz do contexto mais geral de cada país. As mudanças no regime de direitos de propriedade intelectual nos Estados Unidos foi um fator determinante para o rápido crescimento das atividades de patenteamento das universidades americanas nos últimos anos; no entanto, esse aumento deve-se também, em grande parte, a uma velha tradição de colaboração com o setor empresarial privado, facilitada pelo estatuto autônomo da pesquisa universitária no país.

– A experiência internacional revela ainda que a contribuição mais importante dos esforços de patenteamento das universidades no processo de inovação não é o fortalecimento da pesquisa pública em termos comerciais, mas sobretudo a melhoria do fluxo de informações a respeito da disponibilidade e localização de resultados de pesquisas comercialmente pertinentes.

3.2. A criação de *spin-offs*

Na maioria dos países da zona OCDE, iniciativas governamentais de financiamento e apoio à criação de empresas nascidas da colaboração universidade-indústria têm se multiplicado. Tratam-se, em geral, de pequenas empresas de base tecnológica criadas por pesquisadores do setor público, do setor industrial, ou de professores universitários, cujas atividades apóiam-se, ao menos num primeiro momento, nos resultados de pesquisas que se beneficiam de uma licença de exploração.

As chamadas *spin-offs* [9] constituem a "rota empresarial" da pesquisa pública e, como tais, elas despertam muita atenção dos governantes. De uma maneira geral, esse tipo de parceria é visto como um dos fatores que explicam *performances* espetaculares de determinadas empresas baseadas no conhecimento, especialmente em setores como o de biotecnologia.

O elevado interesse pelas *spin-offs* levanta porém, de acordo com o estudo da OCDE, algumas questões relativas ao seu real impacto sobre o avanço das RCI e sobre as "melhores práticas" de incitação por parte dos poderes públicos. Destacamos, a seguir, as que consideramos mais ilustrativas.

– A contribuição das *spin-offs* resultantes da pesquisa pública para o processo de inovação não é tão direta como se é levado a concluir. Atualmente, o número de novas firmas desse tipo criadas a cada ano é ainda bem modesto. Nos países europeus, elas representam não mais do que entre 10% e 30% da atividade total das empresas emergentes de base tecnológica. Nos Estados Unidos, ao final dos anos 1990, as *spin-offs* concentravam não mais do que 10% das licenças negociadas pelas universidades. Para os especialistas, as *spin-offs* teriam portanto um papel específico e diferente daquele das outras empresas de base tecnológica: elas constituem, antes de tudo, o núcleo ou ponto focal de *clusters* de firmas inovadoras, formados ao redor de universidades e empresas industriais.

– A criação de *spin-offs* pelo setor público não é um fenômeno generalizado. Ela é mais importante em determinados países do que em outros: nos Estados Unidos, por exemplo, a taxa de criação dessas firmas é de três a quatro vezes maior do que a registrada em outros países da zona OCDE. Além disso, elas ainda não abrangem uma gama relativamente variada de setores; ao contrário, elas estão extremamente concentradas em determinados campos, com destaque para a tecnologia da informação e a biotecnologia.

[9] Na definição adotada pela OCDE, *spin-offs* são: (i) firmas criadas por pesquisadores do setor público (pessoal do *staff*, professores ou pós-doutorandos); (ii) empresas emergentes que dispõem de licenças de exploração de tecnologias geradas no setor público; (iii) empresas emergentes sustentadas por uma participação direta de fundos públicos, ou que foram criadas a partir de instituições públicas de pesquisa.

– A estrutura institucional dos sistemas nacionais de inovação, sobretudo o peso das universidades e dos institutos públicos de pesquisa, varia consideravelmente entre os países. Os dispositivos oficiais e instrumentos destinados a favorecer a criação de *spin-offs* devem portanto levar em conta essas particularidades de natureza estrutural, sob pena de tornarem-se totalmente inadequados e inoperantes.

– De uma maneira geral, os países estão cada vez mais conscientes de que a criação ou a melhoria do ambiente para a comercialização das atividades de P&D favorecem sobremaneira a criação de novas *spin-offs*. No entanto, de acordo com os analistas, a verdadeira questão que se coloca é a de se saber até que ponto os poderes públicos estão dispostos a investir num mecanismo que favorece apenas um conjunto específico de empresas, em detrimento de outros dispositivos que favorecem a criação de empresas em geral. Por outro lado, a experiência de alguns países revela que há certos obstáculos específicos à criação de *spin-offs* que só podem ser resolvidos por intermédio de reformas, de natureza normativa ou procedimental, promovidas pelo poder público. Como, por exemplo, as relativas ao estatuto dos pesquisadores do setor público e ao reconhecimento de seus esforços de transferência e de comercialização, como será tratado a seguir.

3.3. Modificações no estatuto dos pesquisadores do setor público

A rigidez do estatuto e do regime de trabalho a que são submetidos os pesquisadores do setor público, principalmente no que se refere à mobilidade institucional e à possibilidade de envolvimento mais direto em atividades comerciais, prevalece na maioria dos países como um dos principais obstáculos às RCI. Em certos casos, como nos Estados Unidos, no Reino Unido, na Holanda, na Austrália e no Canadá, as restrições são menores e a liberdade de ação e de circulação dos pesquisadores mais elevadas. Na França, na Itália, no Japão e na Bélgica, ao contrário, as regulamentações sobre o raio de ação dos pesquisadores públicos e universitários são bem mais restritivas.

A insuficiência ou inadequação dos indicadores disponíveis sobre essa questão

ainda dificultam comparações internacionais. A análise de dados nacionais relativos à mudança de emprego dos pesquisadores e dos professores universitários fornece porém algumas indicações interessantes. Nos Estados Unidos, por exemplo, estima-se que os pesquisadores e engenheiros mudam de emprego a cada quatro anos, e ainda mais freqüentemente os que atuam na área das tecnologias da informação. No Japão, ao contrário, somente 20% dos engenheiros mudam de emprego ao longo de sua carreira. Além dos aspectos culturais associados a uma tradição de empregos vitalícios isso se explica, em grande parte, pela prevalência de importantes normas restritivas ao intercâmbio e à circulação dos diferentes atores do sistema nacional de inovação.

A flexibilidade no mercado de trabalho, inclusive no que tange às remunerações e à possibilidade de transferência de esquemas de aposentadoria, pode facilitar sobremaneira a mobilidade – tanto funcional como geográfica – do pessoal do setor de P&D. No entanto, prevalecem, em vários países, importantes barreiras normativas ou procedimentais, que envolvem, basicamente:

a) a legislação relativa ao emprego público, que incide sobre os pesquisadores vinculados aos institutos ou agências governamentais, sobretudo em países como a França, a Itália e a Dinamarca; até um passado recente, os pesquisadores públicos franceses e japoneses, dentre outros exemplos, eram colocados na impossibilidade de realizar atividades comerciais em razão do seu estatuto público;

b) as regulamentações relativas a alocações temporárias e estágios de treinamento, que são geralmente específicas a cada instituição. Na maioria dos países europeus, as transferências temporárias e a atribuição de ano sabático concernem exclusivamente a realização de atividades de pesquisa ou acadêmicas em outras universidades; em um número reduzido de casos, como nas universidades inglesas, os professores são autorizados, sob certas condições, a trabalhar temporariamente na indústria;

c) as regulamentações relativas à remuneração dos pesquisadores e professores do setor público. Na Alemanha, por exemplo, os professores universitários e o pessoal dos institutos de pesquisa são autorizados a possuir uma segunda ocupação remunerada, embora limitada a 20% de

sua jornada de trabalho e, mesmo assim, somente após uma aprovação administrativa específica.

Vale ainda salientar que as normas existentes, ainda que em processo de revisão e atualização, continuam tendo que enfrentar constrangimentos concretos de aplicação prática. A possibilidade de disponibilizar um pesquisador ou professor universitário para ser alocado em uma outra função ou entidade, principalmente por longos períodos, depende do sucesso em se encontrar um substituto adequado. Por outro lado, os afastamentos temporários tendem a ser reservados a professores titulares ou a pesquisadores dispondo de contratos permanentes, enquanto que a propensão a transferências temporárias tende a baixar com a idade, e isso em todas as categorias profissionais. Em outras palavras, a simples autorização para assumir uma segunda atividade ou função não é suficiente para estimular os pesquisadores, se ela não é acompanhada de mudanças na forma como as promoções e as remunerações são garantidas.

Apesar da persistência de importantes barreiras, observa-se nos países da União Européia evoluções bastante positivas no sentido de se garantir uma maior autonomia das universidades e institutos de pesquisa, e um certo relaxamento das regras que regem as parcerias com o setor privado. Na França, a nova Lei de Inovação de 1999, passa a autorizar o engajamento temporário de pesquisadores e professores universitários na indústria, com a possibilidade de obtenção de uma remuneração secundária. Outros países vêm adotando iniciativas complementares, como a criação de programas de formação – e possível futura instalação – de estudantes universitários em pequenas e médias empresas. Essas ações visam também estimular a modernização de PME em setores tradicionais, que não dispõem de recursos financeiros e de infra-estrutura suficientes para atrair pessoal mais qualificado em novas tecnologias.

Ainda pouco explorada pelo conjunto de países, a remuneração individual a pesquisadores por seus esforços de comercialização constitui-se num outro importante instrumento para o avanço das RCI. Um dispositivo inglês, denominado Realizing Our Potential Awards Scheme, premia pesquisadores universitários que obtêm financiamentos da indústria para o desenvolvimento de projetos com subvenções suplementares para a realização de novas pesquisas exploratórias (Georghiou, 1998). Na maioria dos países, porém, as regras

restritivas sobre remuneração suplementar, sistemas de promoção, prêmios ou recompensas, e transposição de regimes de aposentadoria, com as quais se deparam os pesquisadores do setor público continuam representando um dos maiores obstáculos para o fortalecimento das RCI.

3.4. Novos arranjos institucionais de comercialização e transferência de tecnologia

O aperfeiçoamento dos mecanismos de incitação e de suporte às RCI têm induzido transformações institucionais importantes, tanto no conjunto do sistema nacional de pesquisa e de inovação, como na estrutura organizacional interna das entidades envolvidas.

Os resultados do estudo comparativo apoiado pela OCDE revelam que, de uma maneira geral, as diferentes soluções de arranjos institucionais colocados em prática adequam-se a três formatos básicos (OCDE, 2002). Em um primeiro tipo de abordagem, novas oficinas de transferência de tecnologia e de concessão de licenças passam a fazer parte da estrutura interna das universidades e instituições de pesquisa. Essas oficinas – departamentos, unidades ou agências intermediárias – beneficiam-se de uma vantagem particular: os custos fixos de pessoal e os custos operacionais são absorvidos pela instituição de vínculo. A proximidade física com os pesquisadores garante ainda o estabelecimento de relações mais estreitas entre os executores de atividades de P&D e os serviços de comercialização.

Um segundo formato é caracterizado pelo estabelecimento de agências "subsidiárias", que gozam de um certo grau de independência. Sua principal vantagem é a diminuição de riscos de conflitos de interesse entre o mundo da pesquisa e o dos operadores das atividades de comercialização. As subsidiárias dispõem de uma elevada autonomia administrativa e financeira, o que facilita suas relações com os beneficiários potenciais das licenças. Novas agências de transferência desse tipo estão se transformando, de simples estruturas de suporte e apoio legal que eram no passado, a verdadeiras "agências de negócios", com a missão de buscar novas oportunidades de comercialização, inclusive no exterior (como é o caso das atividades desenvolvidas pela oficina de transferência do MIT, nos Estados Unidos). Destaca-se ainda, na Alemanha, o importante papel do PST – Fraunhofer Patent Centre for German Research que, além de ser o órgão

responsável pelo registro e proteção dos direitos de propriedade intelectual das pesquisas realizadas em todos os institutos da Fraunhofer Gesellschaft, tem atuado como o principal parceiro da comunidade de pesquisadores em geral, fornecendo uma variada gama de serviços voltados ao sucesso comercial de novos produtos e tecnologias.[10]

Por fim, o terceiro formato baseia-se na intervenção de intermediários externos – públicos ou privados – que são chamados a assumir os esforços de transferência e de concessão de licenças resultantes dos esforços de P&D realizados nas universidades, institutos ou empresas. Como exemplos de intermediários privados podemos citar o Research Corporation Technologies e, mais recentemente, o Internet-based Platforms, ambos criados nos Estados Unidos. Dentre os intermediários públicos, destaca-se a agência austríaca de exploração de patentes, TECMA, que avalia potenciais invenções geradas nas universidades (OCDE, 2002:65). Já a importante experiência do Japão repousa na criação de uma ampla rede de oficinas de transferência de tecnologia, denominadas Technology Licensing Offices (TLO), encarregadas da avaliação e eventual comercialização dos resultados de pesquisas realizadas por universitários. Os TLO também dispõem de um de mandato específico para apoio às pequenas e médias empresas, a exemplo dos Intellectual Property Services Offices, criados no Canadá (OCDE, 2002:176). Privilegiando a intermediação na esfera regional, vale finalmente destacar a operação em rede dos CRITT – Centres Régionaux d'Innovation et Transfert de Technologies, criados na França no final dos anos 1980, voltados para a prestação de serviços de transferência de maneira fortemente articulada junto às PME, institutos de pesquisa e universidades.

4. Notas sobre o processo de reestruturação do setor público de P&D nos países europeus

As importantes transformações que vêm ocorrendo no processo de desenvolvimento tecnológico e industrial das economias avançadas, têm levado os países a rever suas políticas em matéria de pesquisa e de inovação, e a promover

[10] A esse respeito ver www.fraunhofer.de/english/profile/institute/pst

profundas reestruturações na forma de organização e de distribuição dos esforços internos de P&D.

Um estudo intitulado European Comparison of Public Research Systems, realizado em 1999 no âmbito do programa TSER – Target Socio-Economic Research, da União Européia, recolheu e sistematizou um conjunto de informações relativas às experiências de 12 países membros (Senker *et al.*, 1999). Conduzido por um conjunto de equipes de pesquisadores, sob a coordenação do SPRU – Science Policy Research Unity, o estudo apresenta um rico panorama das evoluções mais recentes e principais tendências do setor público de pesquisa e de inovação no continente europeu. Nesta seção propõe-se uma breve discussão dos resultados mais importantes obtidos pelo estudo, com destaque para as experiências concretas da França, da Inglaterra e da Alemanha, enfatizando suas particularidades e eventuais semelhanças.

4.1. A pesquisa pública na Europa: dois paradigmas e evoluções recentes

Em quase todos os países da União Européia (UE), os investimentos públicos em P&D visam, acima de tudo, o avanço do conhecimento e a promoção do desenvolvimento econômico nacional e regional. Historicamente, esses são os pilares de sustentação das políticas nacionais de ensino superior e de pesquisa. De todos os países, a Alemanha foi quem mais investiu no avanço do conhecimento, em detrimento da pesquisa mais aplicada, voltada às necessidades do setor produtivo. Os demais países, em maior ou menor grau, sempre situaram-se entre esses dois pólos. A partir dos anos 1980, no entanto, a inovação e a transferência de tecnologia voltadas ao crescimento econômico passaram a assumir uma posição de destaque nas políticas e programas governamentais de ação de todos os países.

A Europa não dispõe de um modelo único em matéria de financiamento público à P&D. Entretanto, os autores distinguem basicamente dois sistemas distintos, que podem até coexistir em certos casos:

1) o modelo de financiamento baseado em organismos do tipo Research Councils, que transferem fundos às universidades, na forma de subvenções,

para o desenvolvimento de atividades de pesquisa, que são selecionadas na base do *competitive peer review*. Esses fundos complementam os recursos próprios das universidades, que garantem a infra-estrutura necessária para a realização das atividades acadêmicas e de pesquisa, e o pagamento de uma parte dos salários dos professores. Sob esse modelo são reagrupados os sistemas universitários de países como o Reino Unido, a Suécia, a Dinamarca e a Noruega;[11]

2) o modelo de financiamento baseado em *block grants*, onde os salários dos professores cobrem integralmente as atividades de ensino e de pesquisa das universidades. Estas dispõem de fundos específicos para P&D, e decidem de forma independente sobre a repartição e a alocação interna desses fundos, que são em geral complementados por recursos provenientes de agências governamentais de fomento, do setor privado e da União Européia. As universidades alemãs, espanholas e italianas funcionam fundamentalmente sob esse regime. Em vários países, esse modelo de financiamento é também adotado pelos laboratórios governamentais e institutos de pesquisa especializados, sob controle financeiro e operacional de ministérios setoriais. Em alguns casos, os *block grants* para atividades de P&D provêm do estado ou das regiões; na Alemanha, por exemplo, as políticas de educação e de promoção da C&T são tradicionalmente de responsabilidade exclusiva dos *Länders*.

Nos países europeus, coexistem fontes múltiplas de financiamento à P&D: departamentos e agências governamentais, instituições sem fins lucrativos, empresas privadas e, mais recentemente, os fundos provenientes da União Européia. Na maioria das vezes, essa proliferação de fontes de financiamento não foi, porém, acompanhada de um esforço particular de coordenação. Tradicionalmente, a França parece possuir o sistema mais coordenado e centralizado, baseado na adoção de uma estratégia de conjunto e de programas

[11] O sistema francês é, desse ponto de vista, bastante particular: organismos como o CNRS – Centre National de la Recherche Scientifique e o INSERM – Institut National de la Recherche Médicale, que poderiam ser considerados como verdadeiros *Research Councils*, não financiam diretamente pesquisadores individuais e seus projetos. Na verdade, eles associam-se a determinados departamentos ou unidades das universidades (que passam a denominar-se *unités mixtes* ou *unités associées*), contribuindo com uma parte dos efetivos e dos recursos materiais para sua operação.

de ação plurianuais, implementados por diferentes ministérios. No extremo oposto, o sistema descentralizado alemão quase não dispõe de dispositivos específicos de coordenação do sistema de financiamento.

A principal tendência identificada pelos autores do estudo acima citado refere-se à lenta mas constante erosão dos sistemas de financiamento de tipo *block grants*, em contraposição ao fortalecimento dos sistemas baseados na atribuição de subvenções específicas para P&D e de fundos provenientes de instâncias regionais. Porém, seja qual for o sistema de financiamento prevalecente, na quase totalidade dos países da UE, os atores públicos da P&D encontram-se atualmente submetidos a uma forte pressão para aumentar a parcela dos fundos provenientes de fontes externas (Senker *et al.*, 1999).

Vale notar que, com as reformas dos sistemas educacionais promovidas no bojo da expansão da União Européia, um número crescente de entidades (como os antigos *colleges of education* ou *polytechnics*) passou a integrar o sistema de ensino superior e a obter a permissão para desenvolver atividades de P&D. Conseqüentemente, nos países dispondo de uma estrutura de pesquisa antiga e sólida, como o Reino Unido, a Alemanha, a Suécia e a Noruega, essa evolução acirrou a concorrência entre os diferentes atores para aceder a fontes externas de financiamento.

Uma outra importante tendência refere-se à clara inversão do peso respectivo das diferentes instituições que compõem o sistema de pesquisa no esforço total de P&D, ou seja: o fortalecimento da pesquisa realizada nas universidades, em contraposição à desaceleração dos institutos de pesquisa especializados. No Reino Unido, por exemplo, os *Research Councils* racionalizaram seus institutos de pesquisa, reduzindo os financiamentos correspondentes; estes foram dirigidos para as universidades, que gozam de maior flexibilidade para atuar em novas áreas. Na França, essa tendência também é nítida, com o fortalecimento dos grupos de pesquisa no interior de instituições de ensino superior (sobretudo das famosas *grandes écoles)* e o aumento de suas interações com o setor privado.[12] As universidades alemãs,

[12] Enquanto que na época da implantação dos *grands programmes technologiques* os organismos públicos de pesquisa franceses trabalhavam direta ou quase que exclusivamente para os setores econômicos aos quais estavam associados, essas relações unívocas parecem ter desaparecido atualmente. Organismos como o CEA, o CNES e o CNET (nas áreas de pesquisa nuclear, espaço e telecomunicações, respectivamente) tendem orientar seus esforços em direção aos conhecimentos científicos de base, mantendo ao mesmo tempo os laços privilegiados com a comunidade de parceiros habituais.

ao contrário, sofrem de uma certa estagnação dos recursos alocados em P&D; nesse país, o setor não-acadêmico concentra quase a metade do total de recursos alocados no setor público de P&D e, de uma maneira geral, dispõe de melhores condições de infra-estrutura.

4.2. Novos mecanismos de pilotagem das relações ciência-indústria

De uma maneira geral, as políticas de C&T têm evoluído na direção de quatro orientações centrais: a implementação de sistemas de avaliação dos esforços de P&D; a coordenação das atividades; a busca de ferramentas e novas metodologias para a definição de prioridades (planejamento estratégico); e o gerenciamento dos esforços de transferência de tecnologia. Nos parágrafos a seguir, cada um desses aspectos será brevemente comentado.

- *Mecanismos de avaliação da pesquisa*

A expansão das atividades de comercialização dos resultados das pesquisas, de um lado, e as decisões de orientação dos esforços de P&D para aplicações industriais, de outro, estimularam o desenvolvimento e a adoção generalizada de novos sistemas de avaliação da P&D, que trazem consigo mudanças importantes nos critérios de avaliação de pesquisadores e instituições de pesquisa.

O Reino Unido e a França pertencem ao grupo de países onde a avaliação passou a fazer parte integral do sistema público de pesquisa. No Reino Unido, a avaliação se realiza no interior do sistema de C&T (por intermédio do Research Assessment Exercise) e seus resultados influenciam diretamente a alocação de fundos para a pesquisa universitária e para os institutos de pesquisa. Na França, a avaliação está também ancorada no sistema nacional de C&T, mas envolvendo mecanismos distintos para a avaliação das universidades, dos institutos de pesquisa e das agências especializadas. Já a Alemanha, assim como os países escandinavos, situa-se no grupo de países onde os esforços de avaliação são ainda parciais. A tendência atual é de que os institutos Max Planck e a German Research Society introduzam procedimentos sistemáticos de *self evaluation;* discute-se também a introdução de um processo de avaliação do *staff* das universidades, que seria a base para decisões de financiamento dos *Länders*.

Finalmente, no que se refere à avaliação dos impactos das relações ciência-indústria, considera-se que os exercícios realizados até o momento são dificilmente comparáveis, sobretudo a nível internacional. Isso reflete a ausência de um quadro metodológico comum e ao mesmo tempo eficaz para medir os *inputs* e *outputs* das iniciativas de colaboração. Os estudos disponíveis parecem interessar-se mais pela caracterização e pelas estratégias das partes envolvidas, do que pelos fatores que constituem o elemento motor dessas colaborações, ou pelos resultados concretos que são passíveis de mensuração. É consenso entre os analistas que as avaliações sobre os efeitos das RCI no processo de inovação são ainda limitados em número e em alcance.

- *Novos esforços de coordenação do sistema*

O rápido avanço das RCI passa a demandar uma coordenação reforçada dos diferentes atores envolvidos. Nos países onde instâncias regionais vêm desempenhando um papel cada vez mais importante no financiamento de atividades de P&D, como na Alemanha e na França, a coordenação torna-se tanto mais necessária quanto mais complexa.

Mas é no Reino Unido que certas experiências pioneiras de coordenação têm se revelado mais eficazes. Ao longo da última década, o país tem procurado fortalecer o processo de coordenação através de um conjunto de mecanismos específicos, como por exemplo a publicação anual de um *Forward Look*, contendo a descrição das atividades de pesquisa de cada departamento governamental, assim como uma avaliação da carteira de ativos financiados com fundos públicos. Por outro lado, os exercícios de prospecção tecnológica, que no início tinham um caráter predominantemente acadêmico, ganharam um novo e definitivo impulso com a implementação do Technology Foresight Programme, que tornou-se um importante instrumento oficial de orientação e coordenação do sistema. Os Research Councils, por exemplo, são levados a considerar as prioridades identificadas pelo programa nas suas decisões sobre financiamento. Atualmente, ele é realizado periodicamente por intermédio de uma cooperação entre diferentes departamentos ministeriais e consultores externos.[13]

[13] A esse respeito, ver Georghiou (1998) e Senker (1998).

Em suma, a restrição orçamentária em matéria de C&T e a necessidade de recondução dos financiamentos públicos para novos setores de atividade, têm demandado a adoção de novas ferramentas e novas metodologias para a definição de prioridades de financiamento. À imagem da experiência inglesa, boa parte dos países da UE tem conduzido sistematicamente, com menor ou maior intensidade, exercícios prospectivos de tipo *forecasting* ou *foresight*, como instrumentos de apoio ao processo de tomada de decisão e de formulação de políticas para o setor.

- *Mecanismos formais de interação com o setor industrial*

Inúmeras experiências revelam que boa parte dos fracassos das RCI tem sua origem em "diferenças culturais" entre o mundo industrial e o mundo da pesquisa pública. Para tentar minimizar essas dificuldades e favorecer a cooperação, os poderes públicos vêm criando mecanismos para suprimir os obstáculos institucionais e regulamentares passíveis de bloquear essa cooperação e garantindo um ambiente favorável para o trabalho em parceria. O programa Higher Education Winning with Business (HEWB) foi lançado recentemente, no Reino Unido, com esse intuito, ou seja, favorecer a compreensão do mundo industrial pelo mundo acadêmico, através de programas específicos de treinamento e de desenvolvimento de projetos conjuntos (OCDE, 2002).

Por outro lado, a promoção do diálogo entre os setores público e privado também tem se valido da implicação dos industriais em instâncias de decisão das instituições públicas de pesquisa. Alguns países, como o Reino Unido, têm adotado medidas visando engajar os potenciais usuários dos resultados das pesquisas realizadas com fundos públicos em todas as etapas do processo de formulação de políticas para o setor. A implicação de industriais nos comitês e conselhos consultivos de instâncias governamentais, assim como na condução de programas de prospecção tecnológica, muito se fortaleceu na Europa nos últimos anos. Algumas agências gestoras de fundos de fomento à P&D chegam a garantir a participação de representantes da indústria em instâncias deliberativas. Evoluções dessa natureza têm sido observadas no sistema alemão, onde representantes do setor industrial participam em instâncias de conselho e nas comissões setoriais da maior parte das instituições de pesquisa, tanto ao nível dos *Länders*, como no nível federal.

4.3. Avanço da colaboração na esfera regional (UE)

Nas últimas duas décadas, os governos dos países europeus passaram a fomentar diretamente colaborações internacionais em matéria de C&T, baseadas em consórcios de pesquisa constituídos por instituições públicas e privadas e por industriais de diferentes países. Inúmeros programas multilaterais de pesquisa foram lançados nas esferas mundial e regional. De forma bastante sintética, essas parcerias internacionais visam, fundamentalmente: atacar problemas planetários (mudança climática, exploração de fontes alternativas de energias, exploração do espaço, controle demográfico, etc.); promover a cooperação regional em matéria de P&D; favorecer a transferência de conhecimentos dos países centrais para os países periféricos.

O lançamento dos programas plurianuais de pesquisa e desenvolvimento tecnológico da União Européia, em meados dos anos 1980, inaugura porém uma nova fase da cooperação C&T na região. Baseados em projetos desenvolvidos por consórcios de pesquisa envolvendo no mínimo três equipes,[14] provenientes de no mínimo dois países distintos, os programas da UE passam a ter um papel decisivo para o fortalecimento das RCI no continente (EC, 2000). Vários estudos sobre os impactos desses programas nos sistemas nacionais de pesquisa e de inovação revelam que, apesar da modesta parcela que esses financiamentos representam nos gastos globais de P&D dos países membros, os programas da UE, pelo seu caráter cooperativo, têm influenciado direta ou indiretamente as políticas nacionais no setor. A tendência geral é de um substancial aumento das colaborações realizadas entre os países da zona UE, em detrimento das colaborações destes com países de outros continentes (Gusmão, 1997).

Por fim, os grandes organismos europeus de pesquisa, como o CERN – Centre Européen pour la Recherche Nucléaire (em Genebra, Suíça), o ESFR – European Synchrotron Radiation Facilities (em Grenoble, França), a ESA – European Space Agency (com sede em Paris), ou a EMBO – European Molecular Biology Organization (em Heidelberg, Alemanha), permitem que determinados países mantenham suas competências em setores particulares da chamada *big science* e, ao mesmo tempo, oferecem um ambiente favorável para o

[14] Em alguns casos, como no subprograma de novos materiais, esses consórcios podem reunir de 7 a 10 equipes, provenientes dos setores público, acadêmico ou privado.

fortalecimento das RCI nesses setores e para a expansão de "redes de cooperação", congregando os principais esforços públicos e privados de pesquisa do continente.

5. Considerações finais

Como tentamos demonstrar ao longo do artigo, as interações entre o sistema público de pesquisa e o setor industrial assumem formas institucionais diversas. Sua natureza e intensidade divergem consideravelmente entre os países, em função das particularidades e especificidades nacionais de cada um deles.

Em função das diferentes estruturas dos setores públicos de P&D e dos mecanismos de apoio à transferência de conhecimentos, que podem ser mais ou menos restritivos, os analistas da OCDE classificam os países membros em quatro grandes categorias (OCDE, 2002):

1. Países onde a parcela do financiamento e da execução públicos em P&D é bastante elevada no esforço nacional total:
   – *University-based system*: Turquia
   – *Broadly-based system*: Itália, Nova Zelândia, Polônia, Portugal e México
   – *Institute-based system*: Hungria, Islândia
2. Países onde a parcela do financiamento e da execução públicos em P&D é relativamente elevada:
   – *University-based system*: Áustria e Espanha
   – *Broadly-based system*: França, Holanda e Noruega
3. Países com uma taxa média de financiamento e execução públicos da P&D:
   – *University-based system*: Canadá e Reino Unido
   – *Broadly-based system*: Dinamarca, Finlândia e Alemanha
   – *Institute-based system*: República Tcheca
4. Países com uma taxa reduzida de financiamento e execução públicos da P&D:
   – *University-based system*: Estados Unidos, Japão, Suécia, Suíça, Bélgica e Irlanda
   – *Institute-based system*: Coréia

Nesse contexto, de acordo com esses analistas, o principal desafio do primeiro grupo de países, onde a intensidade de P&D situa-se abaixo da média, seria o de melhorar as capacidades tecnológicas das firmas e aumentar o esforço global de P&D em benefício do setor privado. Os países do segundo e terceiro grupos deveriam, por sua vez, intensificar as RCI com o objetivo de aumentar os esforços da pesquisa pública em função das necessidades do setor industrial nacional. Ao quarto grupo seria altamente recomendável procurar manter o nível de excelência da pesquisa acadêmica e reforçar um setor público de pesquisa e desenvolvimento fragilizado pela retração dos investimentos.

As informações e práticas internacionais que se procurou aqui sistematizar, sugerem que o modelo hierárquico e centralizado de condução das relações ciência-indústria, que prevalecia na maior parte dos países, tem evoluído para um modelo de natureza "contratual" e descentralizado. Nas colaborações entre o setor público de pesquisa e o setor privado, a balança do poder tende a deslocar-se para o lado das firmas e dos interesses e estratégias industriais; no âmbito das instâncias governamentais, o poder vem passando das autoridades centrais para as autoridades regionais e locais; no interior do setor público de P&D, dos institutos de pesquisa às universidades; e no interior das instituições de pesquisa, da administração central aos laboratórios, unidades ou oficinas especializadas.

De qualquer maneira – e essa é a principal conclusão que retemos do exercício comparativo da OCDE, referenciado ao longo do artigo – as instituições públicas de pesquisa, as universidades e as empresas industriais revelam-se em ótimas condições para determinar a melhor maneira de intensificar suas interações e atividades de cooperação na prática. Na verdade, são os governos que têm a responsabilidade de estabelecer as regras básicas, os marcos institucionais e os incentivos mais adequados que devem ser concedidos às empresas e às instituições de pesquisa. A ação política é portanto considerada de extrema importância e, para a totalidade dos países, imprescindível ao bom desempenho das RCI e de seu impacto sobre o processo de inovação.

Nesse sentido, a título de conclusão, sintetizamos abaixo as principais implicações políticas e recomendações que emanam dos trabalhos da OCDE sobre o assunto, que foram amplamente discutidas na Conferência

Internacional Benchmarking Industry-Science Relationships, realizada em Berlim em 2000,[15] e em outros importantes foros da Organização.

– assegurar um quadro adequado para a proteção dos direitos de propriedade intelectual, com a fixação de regras e orientações claras relativas aos direitos da instituição executora e, ao mesmo tempo, garantindo aos pesquisadores o recebimento de uma participação nos *royalties*;

– melhorar a gestão das RCI nas universidades e nos institutos de pesquisa, através da adoção, dentre outros recursos, de atividades regulares de prospecção tecnológica e de novos instrumentos voltados à identificação e definição de prioridades que reflitam as necessidades da indústria;

– promover e fortalecer a implicação das PME no processo de inovação, e estimular a criação de *spin-offs*, como meio que permite às universidades estender amplamente suas licenças de tecnologia;

– atrair e reter recursos humanos qualificados, com vistas a manter talentos e evitar a "fuga de cérebros"; isso implica perspectivas de melhora profissional e salarial, e a garantia de boas condições para o exercício das atividades de pesquisa;

– eliminar as barreiras e a falta de incentivos ao treinamento ou alocação temporária de pesquisadores do setor público e de universitários nas empresas, por intermédio de reformas legislativas ou da flexibilização do regime de trabalho desses pesquisadores;

– melhorar e fortalecer os esforços de avaliação da P&D pública, com a adoção de novos critérios que considerem os esforços de comercialização dos resultados das pesquisas realizadas nas universidades e nos institutos de pesquisa;

[15] Joint German-OECD Conference on Benchmarking Industry-Science Relationships, realizada em Berlim nos dias 16 e 17 de outubro de 2000, co-organizada pela OCDE e pelo Ministério da Educação e Pesquisa da Alemanha (BMBF) (ver www.oecd.org/sti/innovation).

– responder à globalização das atividades de P&D, através da abertura dos programas nacionais à participação de empresas estrangeiras e da criação de novos estímulos para que os institutos de pesquisa e universidades fortaleçam seus vínculos com empresas estrangeiras;

– reforçar as atuais estruturas cooperativas de inovação, fazendo com que o fomento às RCI esteja articulado com uma estratégia política global de inovação baseada em *pólos* e em *redes*.

Bibliografia

Beise, N.; Stahl, H., "Public research and industrial innovations in Germany", *Research Policy* 28, p. 397-422, 1999.

Cassier, M., "Compromis institutionnels et hybridations entre recherche publique et recherche privée". *Revue d'Economie Industrielle* n. 79, 1er trimestre, 1997, p. 191-212, 1997.

Cervantes, M., "Les partenariats public-privé dans les domaines scientifique et technologique: Tour d'horizon". OCDE – *STI Revue*, n. 23, p. 7-24, 1998.

CGP., *Recherche et innovation: la France dans la compétition mondiale*. Commissariat Général du Plan. Paris: La Documentation Française, 440p., 1999.

EC., *Vers un espace européen de la recherche*. Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions. Bruxelles: CCE 999109-C, 37p., 2000.

EC., *Second European report on S&T indicators*. Luxembourg : Office des Publications Oficielles des Communautés Européennes, 1997.

ESTA., *Academic and Industrial Research Co-operation in Europe*. European Science and Technology Assembly. EC – Luxembourg (Working Paper), 1997.

Faulkner, W., "Getting behind industry-public sector research linkage: a novel research design". *Science and Public Policy*, v. 22, n. 5, p. 282-294, 1995.

Geourghiou, L., *The United Kingdom National System of Research, Technology and Innovation*. Commissariat Général du Plan – Groupe "Analyse des Systèmes Nationaux de Recherche"/France, 35p. (Document de travail), 1998.

Gusmão, R., *L'engagement français dans l'Europe de la recherche*. Paris: Ed. Economica, 291p., 1997.

Mansfield, E., "Academic research and industrial Innovation: an Update of Empirical Findings". *Research Policy*, 26, p. 773-776, 1998.

Meyer-Krahmer, F., *The German Innovation System*. Commissariat Général du Plan – Groupe "Analyse des Systèmes Nationaux de Recherche", France, 42p. (Document de travail), 1998.

_____; Schmoch, U., "Science-based technologies: university-industry interactions in four fields". *Research Policy* 27, December, Issue 8, p. 835-851, 1998.

Mowery, D., *The Changing Structure of the U.S. National Innovation System*. Commissariat Général du Plan – Groupe "Analyse des Systèmes Nationaux de Recherche", France, 39p. (Document de travail), 1999.

Narin, F. *et al.*, "The increasing linkage between U.S. technology and public science". *Research Policy* 26, p. 317-330, 1997.

OCDE, *Benchmarking Industry-Science Relationships*. Paris: OECD Publications, 198p., 2002.

_____, *Industry-Science Relations: Interim Report*. OECD Working Group on Innovation and Technology Policy. DSTI/STP/TIP(2000)6, 39p., 2000.

_____, *Benchmarking Indicators*. OECD Working Group on Innovation and Technology Policy. Room Document 2, 1999a.

_____, *Benchmarking Industry-Science Relationships and Research-Based Spin-Offs*. Working Group on Innovation and Technology Policy. DSTI/STP(99)25, 1999b.

_____, "La définition des subventions à la R&D et à l'innovation industrielle". *STI Revue* n. 21, p. 117-155, 1998a.

_____, "Les partenariats de recherche entre l'industrie et les universités: un panorama". OECD – *STI Revue*, n. 23, p. 43-74, 1998b.

_____, "Tendances et caractéristiques des aides publiques à l'industrie dans la zone de l'OECD ". *STI Revue*, n. 21, p. 15-28, 1998c.

_____, *An Empirical Comparison of National Innovation Systems: Various Approaches and Early Findings*. OECD Working Group on Innovation and Technology Policy. DSTI/STP/TIP(97)13, 46p., 1997.

OST, *Relations recherche publique – activité industrielle. Pratiques et politiques internationales du partenariat en R&D*. OST-INRA (Rapport Final réalisé par Regina Gusmão), octobre, 51p., 2000.

Pretschker, U., "Les aides publiques en faveur de la R&D industrielle". OECD – *STI Revue*, n. 21, p. 101-116, 1998.

Sato, Y., *The Structure and Perspective of Science and Technology Policy in Japan*. Commissariat Général du Plan – Groupe "Analyse des Systèmes Nationaux de Recherche", France, 52p. (Document de travail), 1999.

Senker, J. *et al.*, *European Comparison of Public Research Systems*. CE-TSER Project N° SOE1 – CT96 – 1036. Brighton: SPRU, 68p., 1999.

_____, "Raison d'être des partenariats : mise en place des systèmes nationaux d'innovation". OECD – *STI Revue*, n. 23, p. 25-42, 1998.