

COPPEAD/UFRJ

RELATÓRIO COPPEAD Nº 201

A IMPORTÂNCIA DA COLABORAÇÃO
UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA

Cesar Gonçalves Neto*

Novembro de 1987

1. Introdução

Por que nos preocupamos com a colaboração entre universidade e indústria ? Como seria de se esperar, existem aqueles que se preocupam porque, segundo eles, existe muita colaboração; usualmente do mundo acadêmico, aqueles que criticam a colaboração, sugerem que ela ameaça a liberdade acadêmica; que a expectativa de retornos financeiros pode sutilmente influenciar o acadêmico na escolha dos problemas a investigar; que o acadêmico pode vir a dedicar muito mais tempo a desenvolvimentos tecnológicos do que à pesquisa básica e ao ensino; que o segredo industrial venha a impedir a atividade de publicação.

No entanto, existem também aqueles que se preocupam porque, para eles, existe muito pouca colaboração (industriais, funcionários governamentais, economistas e mesmo alguns acadêmicos). Eles sugerem, por exemplo, que um maior envolvimento poderia tornar a universidade muito mais cônica das necessidades da indústria que, em última instância, é o maior recipiente do produto (graduados) da universidade (e.g. Katritsky, 1976; Gavert, 1983); que laços mais fortes entre universidade e indústria permitiriam uma melhor utilização dos recursos dessas instituições (e.g. Pelc, 1978; CBI, 1970). Outros ainda sugerem que a colaboração entre universidade e indústria é uma questão de sobrevivência para a primeira - por causa do crescente volume e custos da

pesquisa fundamental, a universidade é obrigada a procurar novas fontes de recursos financeiros que viriam a complementar aqueles fornecidos pelo governo (e.g. Ben-David, 1968; Gavin, 1970)

Há, no entanto, um outro argumento bastante mais forte para aqueles que defendem uma maior aproximação entre universidade e indústria, baseado na suposta importância econômica da ciência. Supondo-se que; (1) pelo menos no longo prazo, a tecnologia se beneficia da pesquisa científica e que a inovação tecnológica é um dos determinantes do crescimento econômico e; (2) que uma larga proporção da nossa pesquisa científica é desenvolvida na universidade e que a maior parte da nossa tecnologia é desenvolvida na indústria; é então razoável esperar que a colaboração universidade/indústria deva, de fato, promover o crescimento econômico - quanto mais próximas essas duas instituições estiverem, mais fácil será a utilização dos resultados de pesquisa científica em inovações tecnológicas e, conseqüentemente, maior será o crescimento econômico.

Ocasionalmente podemos ver tal argumento claramente expresso, como por exemplo no sumário de conclusões e recomendações de um relatório do Advisory Council for Applied Research and Development (ACARD, 1983) do governo inglês que sugere que "... o relacionamento entre indústria e instituições de educação superior na pesquisa e suas aplicações pode contribuir significativamente para a saúde econômica do Reino Unido. Na realidadeesta é uma questão de importância vital no longo

termo." (pag 7). Outras vezes, podemos vê-lo também como explicação de certos desenvolvimentos econômicos; Wald (1972) sugere que o fator "...que ajuda a explicar o melhor relacionamento universidade/indústria na Alemanha quando comparado com a França e o Reino Unido ...é o peso da competição internacional na história econômica da Alemanha por mais de um século...(pois) à Alemanha faltavam as colônias que provinham a França e o Reino Unido com matéria-prima barata e, ao mesmo tempo, com um mercado preferencial para exportação. Eventualmente, pressões externas, ou medo delas, fizeram com que a ciência e a indústria alemãs se unissem, criando as bases entre outras coisas, para o desenvolvimento da indústria química naquele país." (pag 243). Um exemplo mais recente é fornecido por um estudo da OECD que sugere que "...países em boa situação econômica parecem pouco preocupados com o relacionamento universidade/indústria enquanto aqueles cujas economias experimentam dificuldades, parecem ver o envolvimento entre universidade e indústria como uma importante rota para a solução de seus problemas" (OECD,1981 , pag93).

Mas é claro, isto é ainda apenas um argumento. O exemplo da Alemanha pode não se justificar nos dias de hoje porque, como é sugerido por Langrish (1978), o relacionamento entre ciência e tecnologia pode ter se modificado desde o século passado. É portanto necessário que se faça uma análise mais detalhada do argumento.

Na segunda parte deste trabalho, examinamos a sugestão de que a inovação tecnológica é um dos determinantes do crescimento econômico; na terceira, examinamos a de que a inovação tecnológica se beneficia da ciência. Finalmente na quarta, é feita uma tentativa no sentido de aumentar o argumento econômico da colaboração universidade/indústria, sugerindo que a universidade tem mais a oferecer à inovação tecnológica do que simplesmente à pesquisa científica.

2. Inovação tecnológica e crescimento econômico

(i) Inovação e invenção

Antes de examinar em detalhes o relacionamento entre inovação tecnológica e crescimento econômico é talvez relevante discutir brevemente a distinção entre inovação e invenção. Invenção não é muito mais do que uma idéia para um produto ou processo; é um conceito que pode ser transformado em um produto ou equipamento. Assim, embora desenhos técnicos ou mesmo protótipos possam ser usados para descrevê-la, uma invenção pode consistir somente da descrição literal da idéia. Uma inovação envolve muito mais do que isso; como sugerido por Twiss (1974), uma inovação "... é o processo pelo qual uma invenção ou idéia é transportada para a economia." (pag 6). Em outras palavras, para que uma invenção se transforme numa inovação, ela deve passar por uma série de estágios, incluindo o projeto do produto ou processo, a produção e, mais importante, a aceitação pelo mercado. Assim, para que uma invenção possa ser considerada uma inovação, ela tem que se tornar um sucesso no mercado. Isto é de tal importância que existe na verdade alguma discussão entre economistas se uma inovação pode assim ser chamada dependendo do seu grau de sucesso no mercado. Deve-se notar portanto que, dentro desse sentido, nem mesmo patentes podem ser consideradas como inovações.

A maioria dos estudos que serão discutidos abaixo referem-se a inovações mas existem alguns (e.g. Schmookler, 1966) que se referem a invenções. Evidentemente, dado que para toda inovação corresponde em princípio uma invenção, não é totalmente irreal o uso de invenções para o estudo do relacionamento entre inovação e crescimento econômico. Mas devemos ter sempre em mente que nem todas as invenções (ou patentes) irão de fato se transformar em inovações de modo que estudos baseados em invenções podem não ser totalmente confiáveis para tais propósitos.

(ii) A importância da inovação tecnológica para o crescimento econômico

Entre os modernos economistas parece existir pouca dúvida acerca da importância da inovação tecnológica no crescimento econômico. Schmookler (1966) considera que "...a criação e difusão do conhecimento técnico está no coração do crescimento econômico moderno.." (pag vii). Mansfield (1968) indica que "...a inovação tecnológica é um importante - senão o mais importante- fator responsável pelo crescimento econômico" (pag 7). Freeman (1982) não tem qualquer dúvida em dizer que "...no mundo da microeletrônica e no da engenharia genética, parece desnecessário discutir a importância da ciência e da tecnologia para a economia" (pag 3). Na realidade, parece claro que tal importância esteve sempre presente no pensamento econômico: Adam Smith, Marx, Mill, Marshall e muitos outros vêm sugerindo ao longo dos anos que, embora os fatores determinantes do

crescimento econômico sejam muitos e variados, a inovação tecnológica tem que ser considerada como de importância fundamental.

No entanto, foi somente ao final dos anos 50 que as primeiras tentativas para medir tal importância foram realizadas. Solow (1957) foi talvez o primeiro economista a tentar estimar a contribuição da mudança técnica para o crescimento da produção ao separar, na função de produção, as contribuições do capital e do trabalho. Ele estimou que o que sobrava (o residual) seria responsável por quase 90% do aumento da produção da economia americana de 1909/1949, fora do setor agropecuário. Massel (1960), estudando a indústria manufatureira americana durante o período 1919/1955 usou o método de Solow e encontrou resultados bastante similares. Evidentemente no entanto, nem todos os economistas concordaram em igualar o residual com a mudança técnica; considerava-se que o residual deveria também incluir outras mudanças relevantes (e.g. melhorias na qualidade da força de trabalho, melhorias na qualidade da gerência). Denison (1962) estudando o crescimento na renda real nos Estados Unidos durante 1929/1957, levou tal aspecto em consideração e concluiu que a contribuição da mudança tecnológica havia sido da ordem de 20%. Outros trabalhos similares (UN, 1962; Aukrust, 1959) sugerem que a mudança tecnológica deu uma contribuição muito importante para o crescimento econômico (GNP) durante 1949/1959 (de 38% no Japão a 76% na França).

Evidentemente, apesar das críticas que têm sido levantadas a tais estudos (para uma discussão detalhada ver Mansfield, 1968; Matthews, 1973; Grilliches, 1973, 1979) no que diz respeito a problemas metodológicos e de medição, não há como negar que eles indicam claramente uma relação positiva entre mudança tecnológica e crescimento econômico.

A um nível mais desagregado, muitos outros estudos têm também indicado a grande importância da mudança tecnológica para o crescimento na produtividade. Mansfield (1965) em seu estudo de 10 grandes empresas nos setores químico e de petróleo e 10 empresas do setor manufatureiro nos Estados Unidos, no período pós-guerra, conclui que a taxa de crescimento da produtividade estava diretamente relacionada com a taxa de crescimento das despesas acumuladas de pesquisa e desenvolvimento feitas pela empresa ou setor. Minasian (1969) estudou a indústria química e Brow & Conrad (1967) estudaram um número de indústrias manufatureiras; ambos os estudos encontraram uma correlação significativa entre despesas de pesquisa e desenvolvimento e aumentos de produtividade. Assim, parece claro que pelo menos para o período 1950/1960 havia uma relação positiva entre as despesas de pesquisa e desenvolvimento da empresa e suas mudanças de produtividade.

No que diz respeito ao passado mais recente, pesquisas examinadas por Rothwell & Zegveld (1982), parecem indicar que tal relacionamento tenha mudado durante os anos 70, com as despesas

em pesquisa e desenvolvimento mostrando pouco efeito sobre mudanças de produtividade. É interessante notar, no entanto, que Ling (1980) encontrou que a taxa de crescimento da produtividade em empresas americanas mostra-se mais fortemente relacionada com as despesas em pesquisa básica do que com as despesas em pesquisa aplicada e que Mason et al (1978) encontraram que as despesas com pesquisa básica (como uma proporção das despesas totais em pesquisa e desenvolvimento) declinaram sensivelmente durante os anos 70. Assim sendo, é bastante provável que a mudança no relacionamento entre despesas em pesquisa e desenvolvimento e crescimento na produtividade possa ser explicada pela mudança no caráter da atividade de pesquisa e desenvolvimento realizada pela indústria. Em outras palavras, dado que houve um declínio nas despesas com pesquisa básica e que a pesquisa básica parece ser um fator muito importante no crescimento da produtividade, o resultado final foi um declínio da influência das despesas em pesquisa e desenvolvimento na produtividade.

Finalmente, é relevante discutir brevemente um ponto que a maioria dos estudos acima parece relevar a um segundo plano, i.e. a direção da causalidade. O fato é que a maioria dos autores parece sugerir que a inovação tecnológica causa o crescimento econômico, quando na verdade, o reverso pode ser verdadeiro i.e. que é o crescimento econômico que produz o ambiente propício para a inovação tecnológica. Tal teoria foi sugerida por Schmookler (1966) que, baseado no exame de importantes invenções assim como no exame de estatísticas de patentes, sugeriu que o principal

motivador da invenção seja a demanda do mercado.

No que diz respeito a invenções, as pesquisas de Schmookler não parecem ser conclusivas. Mesmo que a natureza subjetiva da escolha das 934 invenções estudadas, assim como que as possíveis tendenciosidades nas fontes de informações utilizadas não sejam levadas em consideração, parece difícil aceitar os dados de Schmookler como evidência conclusiva para sua teoria: como o próprio Schmookler indica "... para a maioria das quase mil invenções analisadas, a literatura disponível infelizmente falha em identificar o estímulo inicial". Por outro lado, "...para uma significativa minoria de casos, o estímulo foi identificado e para quase todos esses casos tal estímulo foi um problema técnico ou uma oportunidade concebida pelo inventor largamente em termos econômicos.." (pag 63). Infelizmente, no entanto, Schmookler não indica o número de invenções para as quais nenhuma informação estava disponível nem elabora sobre o significado dos termos 'significante' e 'largamente' utilizados acima; como consequência, é bastante difícil avaliar o real significado de tais dados.

No que diz respeito a estatísticas de patentes, a evidência de Schmookler parece ser mais convincente. Coletando estatísticas de patentes para o período 1830/1950 nas indústrias ferroviária, de refinação de petróleo e da construção, e comparando as séries temporais do número de patentes com o investimento em tais indústrias, Schmookler encontrou um claro relacionamento entre as

duas variáveis. Mais importante ainda, Schmookler encontrou que as épocas de crescimento em investimento sempre ocorriam antes das épocas de crescimento em patentes, sugerindo uma relação de causa (investimento) e efeito (patentes). Os estudos de Schmookler para outros setores industriais (períodos 1936/1943 e 1945/1950) parecem também indicar tal relação de causa e efeito.

Claramente, no entanto, tais resultados estão sujeitos às dificuldades já apontadas no início desta seção (Schmookler usa invenções e patentes para avaliar os efeitos da inovação). Além disso, outros estudos (Freeman, 1982) sugerem que "... a teoria de Schumpeter, de um ímpeto autônomo do lado da oferta, derivado de avanços na ciência e invenções, tornado realidade através de um empresariamento imaginativo, parece representar melhor os fatos" (pag 311).

Na realidade, nem mesmo o grande número de estudos sobre inovação tecnológica que têm sido frequentemente citados como evidência para uma teoria favorecendo a demanda do mercado como fonte das inovações (e.g. Carter & Williams, 1957, 1959; Baker et al, 1967, 1971; TRACES, 1969; Myers & Marquis, 1969; Langrish et al, 1972; Rothwell et al. 1974; Gibbons & Johnston, 1974) pode fazer mais do que apenas sugerir que tanto a demanda como a oferta devem ser consideradas na análise da inovação tecnológica (para uma discussão mais detalhada de tais estudos veja a próxima seção assim como Mowery & Rosenberg, 1979).

Em suma, embora as dificuldades dos trabalhos acima discutidos não permitam uma avaliação precisa do relacionamento entre inovação tecnológica e crescimento econômico, parece bastante claro que tal associação existe; em verdade, todos os estudos sugerem uma associação tão forte que é impossível desconsiderar a questão da inovação tecnológica como de importância central para o crescimento econômico. Por outro lado, alguns desses estudos tornam absolutamente claro que tal relacionamento é muito mais complexo do que era imaginado cerca de 25 anos atrás quando o interesse nessa área começou a se desenvolver. Um exemplo de tal complexidade é a sugestão de que tanto a influência da demanda quanto a da oferta devem ser consideradas na análise da inovação tecnológica. Em outras palavras, isso significa que se existem ocasiões em que a inovação tecnológica trabalha como uma máquina semi-autônoma no que diz respeito ao crescimento, existem outros momentos em que a inovação tecnológica pode ser apenas considerada como uma outra atividade econômica (que nem por isso deixa de afetar o crescimento econômico). Outra importante complexidade desse relacionamento diz respeito ao caráter do esforço que as empresas empreendem para tentar influenciar a mudança tecnológica (i.e. as atividades de pesquisa e desenvolvimento). Como já foi mencionado acima, os resultados de Ling (1980), indicam que o crescimento da produtividade parece estar relacionado mais fortemente com despesas em pesquisa básica do que com despesas em pesquisa aplicada. Evidentemente, tal resultado aumenta sensivelmente a importância do estudo do relacionamento universidade/indústria.

3. Ciência e tecnologia

A preocupação sobre o relacionamento entre ciência e tecnologia não é nova entre cientistas, tecnologistas, homens de negócio e governos. Na realidade, sinais dessa preocupação podem ser encontrados já no século dezessete, quando os pioneiros da revolução científica revelavam considerável otimismo no que diz respeito a aplicações da ciência em atividades práticas.

Na realidade, alguma evidência de que os homens de ciência do século dezessete tentavam dirigir suas pesquisas no sentido de aplicações práticas pode ser encontrada em Merton (1970). Merton examinou em detalhes as contribuições da ciência do século dezessete para os desenvolvimentos tecnológicos daquela época na mineração, transporte e técnicas militares; seu estudo fornece um número significativo de exemplos como as contribuições de Torricelli, Pascal, Wilkins, Papin, Boyle e outros para o desenvolvimento das bombas de sucção usadas na drenagem de minas; de Hooke e Huyghens (pêndulo) e Halley, La Hire e outros (bússola e magnetismo) para o problema da determinação da longitude no mar; e de Boyle e Mariotte e de Galileu e muitos outros na área da balística.

Merton também compilou estatísticas sobre as pesquisas discutidas

nas reuniões da Sociedade Real (Reino Unido) durante os anos de 1661, 1662, 1686 e 1687 e conclui que "...os resultados podem ser sumarizados dizendo-se que de quarenta a setenta por cento (das pesquisas) teriam sido na categoria de ciência pura; ou que, de trinta a sessenta por cento tinham sido influenciadas por necessidades práticas" (pag 203). Parece portanto, como o próprio Merton sugere, que a conexão entre ciência e tecnologia "...foi mais pronunciada no século dezessete do que geralmente somos levados a acreditar." (pag 147).

Este é também o argumento de Weingart (1978) que sugere que o relacionamento entre ciência e tecnologia data pelo menos do século quinze, e que até a segunda metade do século dezoito não havia "...nenhuma diferença institucional entre ciência e tecnologia (ambos os termos dentro dos seus significados atuais)" (pag 263). Weingart e também Boehme et al (1978) de fato sugerem que o único período em que ciência e tecnologia estiveram um pouco separadas, foi durante o século dezenove pois foi durante tal período que a ciência se institucionalizou. Mesmo assim, Weingart sugere que interações fortuitas possam ter acontecido durante tal período.

Na realidade, embora muitos historiadores tenham sugerido que a revolução industrial deva muito pouco à ciência, Jewkes et al (1969) negam tal conclusão, com a apresentação de uma série de importantes exemplos de colaboração entre os inovadores e os cientistas daquele período; Watt (máquina a vapor) recebeu

considerável ajuda de Black (Universidade de Glasgow) assim como de Priestly (Lunar Society de Birmingham); Trevithick (máquina a vapor de alta pressão) beneficiou-se bastante de sua amizade com Gilbert (depois presidente da Royal Society); Morse (telégrafo) não apenas se beneficiou dos desenvolvimentos rudimentares de cientistas como Joseph Henry mas também se consultava com Gale (Universidade de Nova York); Goodyear (vulcanização da borracha) também se consultava com Gale além de Silliman (Universidade de Yale). Muitos outros exemplos são fornecidos por Jewkes e seus colegas que sugerem ainda que "...existiam muitos outros cientistas que eram também inventores e interessados na aplicação de descobertas como Kelvin, Joule, Davy, Dewar, Hofman, Bunsen, Babbage e Playfair." Sugerem também que "...os cientistas que se associaram à Associação Britânica e à Associação Americana (para o progresso da ciência) ...não podiam evidentemente ter ficado isolados dos industrialistas e inventores que perfaziam o restante dos associados." (pag 32).

Em suma, os estudos de Merton e de Jewkes e seus colegas mostram que, ao contrário do que normalmente se pensa, existiram frequentes conexões entre ciência e tecnologia no passado. Em particular, os exemplos apresentados pelos dois estudos sugerem que o papel da ciência teria sido mais consultivo i.e. dada alguma necessidade econômica e a formulação do problema tecnológico correspondente, o cientista era então chamado para ajudar na solução do problema; poucos desenvolvimentos científicos forneceram sugestões para inovações tecnológicas.

Ao final do século dezenove, no entanto, o aparecimento da organização de pesquisa industrial iria produzir uma mudança marcante nesse relacionamento. Em 1870, a indústria química alemã já havia estabelecido unidades de pesquisa e desenvolvimento para a obtenção de novos produtos e processos. Bayer, Hoechst e Basf estavam entre as primeiras empresas do mundo a organizar laboratórios profissionais de pesquisa e desenvolvimento. O exemplo dessas empresas foi logo seguido por uma larga parte da indústria química alemã assim como por um bom número de empresas britânicas (ver Sanderson, 1972). Além disso, tais laboratórios começaram rapidamente a ser dominados por cientistas graduados em universidades, não só no Reino Unido mas ainda mais claramente na Alemanha; de acordo com Blair (1910) a empresa Basf tinha cerca de 200 cientistas graduados e mais de 100 engenheiros graduados em Ludwigshafen em 1904.

Em outras palavras, ao invés de um papel consultivo, os cientistas começaram a desempenhar um papel "produtivo" na inovação; ao invés de auxiliar os inovadores, os cientistas começaram a ser inovadores eles mesmos; ao invés de uma relação puramente ocasional - baseada em amizades e contatos pessoais - a relação entre ciência e tecnologia tornou-se muito mais sistemática e intensa.

A primeira grande guerra nada fez para diminuir tal

relacionamento; ao contrário, o envolvimento da ciência no que tem sido frequentemente chamado de "guerra dos quísmicos" foi apenas a confirmação de que o lado utilitário da ciência começava a predominar sobre o seu lado acadêmico.

Tal predominância tornar-se-ia mais clara ainda com o envolvimento de cientistas na segunda grande guerra; como sugerido por Ravetz (1971) a segunda grande guerra produziu um esforço científico e tecnológico de tal ordem de magnitude que resultou na interpenetração da indústria e ciência; daquele ponto em diante, tornar-se-ia impossível dizer que a imagem acadêmica da ciência poderia de fato representar sua essência natural; além de se tornar "industrializada" (no sentido proposto por Ravetz) a ciência não era mais "propriedade única" da universidade; a indústria havia se tornado a sua "segunda casa".

A razão para o interesse industrial em ciência teria sido talvez a crença de que avanços tecnológicos só são possíveis através de avanços científicos (um modelo que Langrish et al, 1972 chamam de "science discovery push"; invenção baseada em pesquisa básica leva ao desenvolvimento, produção, inovação e finalmente difusão). Tal crença haveria de continuar inalterada até a metade dos anos 60 quando os resultados de um estudo empírico sobre o desenvolvimento de sistemas bélicos (Isenson, 1969) viria a sugerir que a ciência teria tido uma influência diminuta no desenvolvimento de tais sistemas. Naturalmente, o projeto Hindsight perturbou profundamente a crença no modelo "science

discovery push".

Com a primeira publicação de tais resultados, em 1966, a National Science Foundation dos Estados Unidos prontamente subvencionou um outro estudo - projeto TRACES (TRACES, 1969) - cujos resultados foram inicialmente publicados em 1968. TRACES sugeriu um papel muito maior para a ciência na inovação tecnológica mas não pôde suprimir a suspeita que o modelo "science discovery push" não poderia ser sempre apropriado.

Uma série de outros estudos se seguiram (assim como revisões de estudos prévios) que, embora não conclusivos, levaram muitos estudiosos do assunto a sugerir modelos "demand pull" (i.e. que a inovação é sempre o resultado de algum tipo de 'necessidade', geralmente demanda do mercado).

De particular importância aqui é o fato de que esta preferência pelo modelo "demand pull" levou muitos estudiosos, funcionários governamentais e escritores populares à conclusão apressada de que a inovação tecnológica deve muito pouco à ciência.

Mais recentemente no entanto, tais conclusões tem sido fortemente criticadas tendo em vista que tais estudos não só falham em prover evidência clara para o modelo "demand pull" mas também não apresentam evidência para a falta de importância da ciência na inovação tecnológica.

No que diz respeito à primeira conclusão (i.e. a importância da demanda do mercado), a crítica mais contundente é apresentada por Mowery & Rosenberg (1979) que sugerem que:

a) "A maioria dos estudos emprega uma definição de trabalho dos 'fatores da demanda' por demais abrangente, que engloba uma série de possíveis influências que deveriam ser melhor classificadas"; e

b) "...os fenômenos analisados nos estudos são muito heterogêneos; os estudos não analisam as mesmas questões empíricas e seus achados são, como resultado, nem uniformes nem não ambíguos" (pag 101)

No que diz respeito à segunda conclusão (i.e. a falta de influência da ciência na inovação tecnológica), o exame cuidadoso de tais estudos mostra que a sugestão de "demand pull" é claramente relacionada à motivação das empresas para iniciar projetos de pesquisa e não relativamente ao processo de inovação como um todo; evidentemente, mesmo que tais estudos tivessem provado que a demanda do mercado era o único motivo para inovar, tal fato não nos permitiria de modo algum concluir que a ciência não teria valor algum no processo de inovação. Em outras palavras, o fato de que descobertas científicas possam não ser responsáveis pela decisão de inovar, não impede a utilização de tais descobertas durante a execução do projeto de inovação. Em outro trabalho (Gonçalves Neto, 1986) apresentamos uma discussão

de cada um dos trabalhos já mencionados e concluímos que, na realidade, "...nenhum dos estudos mostra uma clara evidência para a sugestão de que a ciência não tem importância na inovação tecnológica. Ao contrário, quando a evidência está disponível, ela aponta para um papel muito importante, mesmo que o hiato de tempo entre a descoberta científica e sua aplicação seja longo." (pag 46).

Conseqüentemente, assumindo que uma grande proporção da pesquisa científica seja realizada na universidade, torna-se evidente que a inovação tecnológica (realizada na indústria) há de se beneficiar claramente de um relacionamento mais íntimo entre universidade e indústria.

Finalmente, o argumento para a importância da colaboração entre universidade e indústria pode se tornar ainda mais forte se nós pudermos mostrar que as universidades são de importância não só como uma fonte de pesquisa científica mas também de outras maneiras, em particular através da sugestão de idéias (científicas e tecnológicas) para a solução dos problemas que ocorrem durante o processo de inovação. Isto é o que será discutido na próxima seção.

4. As universidades e a inovação tecnológica

As evidências sobre o envolvimento da universidade no dia-a-dia do processo de inovação tecnológica podem ser encontradas já em 1850, no Reino Unido, quando Sir Henry Roscoe se tornou professor de química na Universidade de Manchester. De acordo com Sanderson (1972), Roscoe foi talvez "... um dos primeiros professores a atuar como consultor industrial na Inglaterra no século dezenove. Sua agenda mostra um grande número de consultorias, trazendo o benefício da química para as empresas ao redor de Manchester..."(pag 83). Além disso, o uso de acadêmicos como consultores industriais na Inglaterra do século dezenove não ficou restrito a Manchester; Sanderson fornece uma série de exemplos de outros acadêmicos em Leeds, Birmingham, Sheffield e Liverpool que atuavam como consultores; em Leeds, Bristol, Birmingham, Sheffield, Liverpool e em outros centros, a indústria também fazia uso das dependências da universidade para testes e análises assim como de pesquisas acadêmicas voltadas para os interesses locais.

Se no entanto tais práticas poderiam não ser muito comuns ao final do século passado, elas parecem ter se tornado corriqueiras no presente século. Evidências de que elas cresceram enormemente no Reino Unido vêm de estudos como "Industry and Science" (Manchester Joint Research Council, 1954), "Industrial Research in Manufacturing Industry" (Federation of British

Industry, 1961) e o "Docksey Report" (Confederation of British Industry, 1970); embora tratando de diferentes problemas e direcionados para diferentes setores da indústria britânica, tais estudos mostram, consistentemente, que um número considerável de empresas procuram nas universidades uma ajuda para o desenvolvimento do processo de inovação tecnológica. Também nos Estados Unidos e no restante da Europa, o envolvimento da universidade com a indústria tem sido relatado na literatura (ver Gonçalves Neto, 1987b)

O que também sugere que o uso da universidade pela indústria vem crescendo ultimamente é o grande número de artigos em revistas de gerência, em revistas técnicas e em revistas de negócios; usualmente baseados em experiências pessoais, tais artigos sugerem caminhos e maneiras para a melhoria dos contatos entre universidade e indústria, descrevem tais experiências e/ou indicam as maiores dificuldades do relacionamento (e.g. McCarthy & Davies, 1967; Butters, 1969; Parker, 1970; Sheppard, 1971; Walker & Hampel, 1974; White & Wallin, 1974; Rahn & Segner, 1976; Fusfeld, 1976; Katritzky, 1976; Smith, 1977; Katritzky & McKillop, 1978; Dietrich & Sen, 1981; Bok, 1982).

Além desse tipo de literatura (dirigida especificamente para a colaboração universidade/indústria) encontramos também muitas referências ao envolvimento de universidades no desenvolvimento de inovações tecnológicas, como por exemplo, no estudo de Leach (1972) sobre o desenvolvimento do microscópio eletrônico de alta

voltagem, nos Estados Unidos, Reino Unido, França e Japão; Leach não tem dúvidas em indicar que " .. a maior diferença entre o AEI (desenvolvido no Reino Unido) e o RCA (desenvolvido nos Estados Unidos) parece ter sido a colaboração entre universidade e indústria". No AEI, houve uma alta colaboração, enquanto no projeto da RCA aconteceram poucos contatos com universidades, o que resultou em grandes dificuldades na fase de desenvolvimento.

Finalmente, outra clara evidência da importância das colaborações entre universidade e indústria são as unidades de colaboração que hoje em dia existem em muitas universidades não só no Reino Unido (ver Gonçalves Neto, 1987a) mas também nos Estados Unidos e em toda a Europa continental.

Todos estes pontos apontam para uma clara conclusão, i.e. que a universidade tem sido de valor para a indústria no que diz respeito à inovação tecnológica; seria simplesmente incrível pensar que a indústria fosse se envolver em tais colaborações se elas não lhe proporcionassem resultados compensadores.

É claro, no entanto, que seria desejável ter dados mais definitivos sobre a importância da contribuição das universidades para a inovação tecnológica na indústria; apesar de não muito numerosos, existem alguns estudos que podem nos dar alguma indicação de tal importância.

Em um estudo sobre o papel de pequenas empresas na inovação

tecnológica no Reino Unido, Rothwell & Townsend (1973) coletaram dados sobre 1667 inovações feitas por empresas de todos os tamanhos desde 1945. Cerca de 171 idéias teriam vindo de fora das empresas; as universidades parecem ter tido um papel pequeno, com apenas 42 (5,4%) dessas idéias. Infelizmente, no entanto, Rothwell & Townsend não fornecem dados no que diz respeito às idéias usadas durante o processo de inovação.

Langrish et al (1972) no seu estudo das inovações que haviam ganho o "Queen's Award", isolaram 158 importantes idéias utilizadas em 51 das 84 inovações estudadas. Das 158 idéias, 102 teriam vindo de fora da empresa com as universidades sendo responsáveis por 10 (10%) delas.

Numa reavaliação dos resultados do projeto SAPPHO, Jervis (1978) encontrou que 40 das 81 inovações analisadas teriam tido suas origens em fontes externas a empresa; dessas 40, 12 (32%) teriam se originado em idéias universitárias. Além disso, ao analisar o desenvolvimento das inovações, Jervis encontrou que as universidades teriam sido de grande importância em 11 (24%) das 45 inovações que haviam recebido colaboração externa.

Talvez a tentativa mais completa de se obter dados desta natureza tenha sido o estudo de Gibbons & Johnston (1974) sobre 30 inovações na indústria do Reino Unido. Embora Gibbons & Johnston procurem no estudo examinar o papel da ciência na inovação tecnológica, a definição de ciência utilizada se confunde quase

que inteiramente com a universidade.

A amostra de inovações estudadas por Gibbons & Johnston foi obtida da seção de 'novos produtos' de jornais técnicos e, diferentemente de outros estudos, inclui inovações de pequena escala, que perfazem a maioria das inovações industriais. Esta é uma característica muito importante do estudo de Gibbons & Johnston porque se os resultados viessem a indicar uma contribuição importante da universidade para tal amostra de inovações, seria razoável então supor uma contribuição ainda maior no caso de inovações radicais.

Talvez mais importante ainda é o fato que o estudo focaliza a origem e o caráter das informações usadas na solução de problemas técnicos ao invés de se preocupar com a 'idéia inicial' para as inovações.

Os resultados obtidos por Gibbons & Johnston são reveladores; cerca de 30% de toda a informação externa utilizada nas inovações veio da universidade; cerca de 20% da informação interna ou pessoal foi classificada como científica; a educação universitária foi também analisada, mostrando que aqueles que a possuíam tinham muito mais possibilidades de se utilizar de informações externas do que aqueles com educação industrial. Em suma, o estudo de Gibbons & Johnston sugere claramente que a universidade é de grande importância para a inovação tecnológica; publicações científicas provaram ser não apenas as mais

frequentes fontes de informação externa mas também aquelas com o maior impacto na solução dos problemas técnicos; os académicos não são somente importantes para fornecer ajuda aos industriais no que diz respeito a aspectos conceituais ou a propriedades dos materiais, mas também no que diz respeito a outros aspectos incluindo-se aí a 'tradução' de informações científicas em uma forma inteligível para os tecnólogos; a educação universitária parece permitir a abertura de horizontes para o tecnólogo, dando-lhe a oportunidade de procurar por ajuda na solução dos problemas que ocorrem na inovação tecnológica.

5. Conclusão

Em sumário, se sugere que a importância econômica da colaboração universidade/indústria está fora de dúvida; em primeiro lugar, embora ainda possamos concordar hoje em dia com os comentários de Lord Rothschild (HMSO,1971) acerca da nossa inabilidade em quantificar a importância econômica da inovação tecnológica, não existe nenhuma possibilidade de se negar tal importância. Em segundo lugar, não existe também nenhuma possibilidade de se negar a importância das descobertas científicas para o avanço da tecnologia. Finalmente, parece-nos impossível desconsiderar o papel da universidade como fonte de informação para a solução de problemas durante o processo de inovação. Cabe-nos apenas aumentar nossos esforços para melhor compreender o processo através do qual universidade e indústria podem colaborar.

BIBLIOGRAFIA

- ADVISORY COUNCIL FOR APPLIED RESEARCH AND DEVELOPMENT. Improving research links between higher education and industry. Londres, HMSO, 1983.
- AUKRUST, O. Investment and economic growth productivity: Measurement Review, 40, Feb. 1959. Apud ROTHWELL, R. & ZEGVELD, W. Industrial innovation and public policy. Sussex, SPRU-Sussex University, 1982.
- BAKER, N.R. et alii. The effects of perceived needs and means on the generation of ideas for industrial research and development projects. IEEE Transaction on Engineering Management, EM 14:156-63, Dec. 1967.
- _____. The relationship between certain characteristics of industrial research projects and their subsequent disposition: IEEE Transaction on Engineering Management, EM-18:118-24, Nov. 1971.
- BEN-DAVID, J. Fundamental research and the universities. Washington, OECD, 1968.
- BLAIR, R. The relation of Science to Industry and Commerce. Nature, 15, Sept. 1910 Apud SANDERSON, M. The university and British Industry, 1850-1970. Boston, Mass., Routledge & Keagan Paul, 1910.
- BOHME, G et alii. The scientification of technology In: KROH, W. et alii, eds. The dynamics of science and technology. Boston, Mass., D. Reidel, 1978.
- BOK, D. Balancing responsibility and innovation. Change: 16-25, Sept. 1982.
- BROWN, M. & CONRAD, A.H. The influence of research and ECS production relatives: In: BROW, M., ed. The theory and empirical analysis of production. New York, NBER - Columbia University Press, 1967.
- BUTTERS, G.N. University and industry: bridging the gap. Chemistry in Britain, 5:404-7, Sept. 1969.
- CARTER, C.F. & WILLIAM, B.R. Industry and technical progress: factors governing the speed of application of science to indus-

try. Oxford, Oxford University Press, 1957.

CARTER, C.F. & WILLIAM, B.R. . . . Investment in innovation. Oxford, Oxford University Press, 1959.

CONFEDERATION OF BRITISH INDUSTRY. Industry, Science and Universities. London, C.B.I., 1970. (The Docksey Report).

DENISON, E.F. The sources of economic growth in the United States and the alternatives before us. Windrester, Mass., Allen & Unwin, 1962.

DIETRICH, J.J. & SEN, R.K. Making Industry-University-Government collaboration work. Research Management, 24:23-5, Sept. 1981.

FEDERATION OF BRITISH INDUSTRY. Industrial research in manufacturing industry. London, FBI, 1961.

FREEMAN, C. The economics of industrial innovation. Londres, Frances Pinter, 1982.

FUSFELD, D. Industry university R&D: new approaches to support and working relationships. Research Management, 19:21-4, May 1976.

GAVIN M.R. Universities and the community. Physics Bulletin, 21: 292-7, July 1970.

GAVERT, R.W. Business and academe: an emerging partnership. Change: 23-8, Apr. 1983.

GIBBONS, M. & JOHNSTON, R. The roles of science in technological innovation. Research Policy, 3:220-42, Nov. 1974.

GONÇALVES NETO, C. Colaboração universidade indústria no Reino Unido. Rio de Janeiro, COPPEAD, 1987b. (Relatório Técnico, 111)

. As unidades de relacionamento universidade em presa no Reino Unido. Rio de Janeiro, COPPEAD, 1987a. (Relatório Técnico, 109).

. University industry collaboration in the U.K.:
The case of the chemical industry. Manchester, Manchester Business School, 1986. Tese de Doutorado.

GRILLICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. The Bell Journal of Economics: 92-116, Spring 1979.

- GRILLICHES, Z. Research expenditures and growth accounting. In : WILLIAMS, B.R., ed. Science and technology in economic growth. New York, Macmillan, 1973.
- HER MAJESTY STATIONARY OFFICE. A framework and government research and development. Londres, HMSO, 1971 (The Rothschild Report).
- ISENSEN, R.S. Project hindsight: an empirical study of the source of ideas utilized in operational weapons systems. In: GRUBER, W.H. & MARGUIS, D.G., eds. Factors in the transfer of technology. Cambridge, Mass., MIT Press, 1969. p.155-76.
- JERVIS, P. Innovation and technology transfer: a note on the findings of project SAPHO. In: BRADBURY, F. et alii, eds. Transfer process in technical change. Layden, Sijthoff and Noordhoff, 1978.
- JEWKES, J. et alii. The sources of invention. London, Macmillan, 1969.
- KATRITZKY, A.R. Industry cooperation and other academic experiments. Chemistry in Britain, 12:251-4, Aug. 1976.
- _____ & MCKILLOP, A. Industrial academic collaboration in organic chemistry: the University of East Anglia experiment. Chemistry and Industry:946-9, Dec. 1978.
- LANGRISH, J. The changing relationship between science and technology: In: BRADBURY, F. et alii, eds. Transfer process in technical change. Op.cit.
- _____ et alii. Wealth from knowledge. New York, J. Willey, 1972.
- LEACH, B. Decision making in big science: the development of the high-voltage electron microscope. Research Policy. 2:56-70, 1972.
- LING, A.M. Research and development activity in U.S.A. manufacturing. New York, Prager, 1980.
- MCCARTHY, M.C. & DAVIES, D.S. Scholarship and business. Chemistry in Britain: 154-6, Apr. 1967.
- MANCHESTER JOINT RESEARCH COUNCIL. Industry and Science. Manchester, Manchester University Press, 1954

MANSFIELD, E. The economics of technological change. New York, Norton, 1968.

_____. Rates of return from industrial R&D. American Economic Review, 55:310-22, May 1965.

MASON, H.K. et alii. Support of basic research by industry. Washington, National Science Foundation, 1978.

MASSEL, B.F. Capital formation and technological change in US manufacturing. The Review of Economics and Statistics, 42:182-8, May 1960

MATTHEWS, R.C.O. The contribution of Science and technology to economic development. In: WILLIAMS, B.R., ed. Science and technology in economic growth. London, Macmillan, 1973.

MERTON, R.K. Science, technology and society in seventeenth-century England. New York, Harper and Row, 1970.

MINASIAN, J. Research and development, production function and rates of return. American Economic Review, 59:80-6, May 1969.

MOWERY, D. & ROSENBERG, N. The influence of market demand upon innovations: a critical review of some recent empirical studies. Research Policy, 8:102-53, 1979.

MYERS, S. & MARQUIS, D.G. Successful industrial innovation. Washington, National Science Foundation, 1969.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. The future of university research. Washington, 1981.

PARKER, R.C. University and industry collaborate. Advance, 8:42-6, May 1970.

PELC, K.I. Managerial problems of university - industry interaction. R&D Management: 115-8, 1978. Special Issue.

RAHN, H.W. & SEGNER, F.P. Pathways for interaction between academia and industry in technical research. Research Management, 19: 33-6, Sept. 1986.

RAVETZ, J.R. Scientific knowledge and its social problems. Oxford, Oxford University Press, 1971.

ROTHWELL, R. & TOWNSEND, J. The communication problems of small firms. R&D Management, 3:151-3, June 1973.

- ROTHWELL, R. & ZEGVELD, W. Industrial innovation and public policy: Sussex, SPRU-Sussex University, 1982.
- _____ et alii. SAPPHO updated - Project SAPPHO phase 2 .
Research Policy, 3: 258-91, 1974.
- SANDERSON, M. The universities and British industry: 1850-1979 : Boston, Mass., Routledge and Kegan Paul, 1972.
- SCHMOOKLER, J. Invention and economic growth. Boston, Mass., Harvard University Press, 1966.
- SHEPPARD, N. University and industry: conflict or cooperation .
Chemistry in Britain, 7:70-2, Febr. 1971.
- SOLOW, R.M. Technical change and the aggregate production function. Review of Economics and Statistics, 39:312-20, Aug. 1957.
- SMITH, D. Contracts on the campus. Physics Bulletin, 28:559-61 , Dec. 1977.
- TECHNOLOGY in retrospect and critical events in Science. Washington, National Science Foundation, 1969.
- TWISS, B. Managing technological innovation. New York, Longman , 1974.
- UNITED NATIONS. Some factors in economics growth in Europe during 1950's United Nations. Apud ROTHWELL, R. & ZEGVELD, W. Industrial innovation and public policy. Op. cit.
- WALD, S. Fundamental research and technological application: the industry-science-university interface: In: OECD, ed . The research system, 1: France, Germany, United Kingdom & Washington, 1972.
- WALKER, E.A. & HAMPEL, R.G. Improving industrial R&D - university relations. Research Management, 17:23-8, Sept. 1974.
- WEINGART, P. The relations between science and technology: In : Kroh, W. et alii, eds. The dynamics of science and technology. Op. cit.
- WHITE, P.C. & WALLIN, C.C. What industry needs from academia. Research Management, 17:29-32, Sept. 1974.