

PROPOSTA PARA UM PROGRAMA DE PESQUISA SOBRE A GERAÇÃO DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA¹

IVAN SERGIO FREIRE DE SOUSA² e EDWARD G. SINGER³

RESUMO - Essa proposta consiste, basicamente, de uma defesa da importância de se estudar o processo de geração de tecnologias agropecuárias, isto é, de se analisar os determinantes sociais, políticos, econômicos e psicológicos que de forma substancial, dão forma ao conteúdo social da tecnologia. Em três disciplinas - psicologia, economia e sociologia - o principal paradigma de cada uma delas é examinado. Segue-se uma visão mais geral da mudança tecnológica, a qual se baseia tanto na discussão de paradigmas dominantes quanto nos desenvolvimentos recentes da teoria sociológica. O ponto central dessa visão mais ampla é a apresentação e discussão de um modelo de determinação estrutural entre os fatores socioeconômicos, políticos, tecnológicos (a geração de pesquisa agropecuária) e a sua aplicação ou impacto. A argumentação leva a se concluir que o que fundamenta o estudo compreensivo da produção de tecnologia agrícola é a necessidade de se oferecer uma maior eficiência aos mecanismos que traduzem o conhecimento científico em produtos úteis e em processos produtivos.

¹ Trabalho originalmente publicado na série Documentos, 16, da EMBRAPA, em edição bilíngue (Português e inglês). As opiniões aqui expressas são de exclusiva responsabilidade dos autores e não necessariamente da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)

² Sociólogo Rural, MS, Ph.D., Coordenador da Área de Pesquisa do Departamento de Difusão de Tecnologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Edifício Venâncio 2000 Bloco B, nº 60, 4º andar, Caixa Postal 04.0315, CEP 70333 - Brasília-DF.

³ Sociólogo Rural, MS, Ph.D., Membro do corpo docente do Departamento de Sociologia Rural da Universidade de Missouri, Columbia (Estados Unidos). Consultor Internacional do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura a Serviço do DDT-EMBRAPA.

PROPOSAL FOR A RESEARCH PROGRAM ON THE PRODUCTION OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

ABSTRACT - This paper shows the importance of including the social, political, economic, and psychological factors in a study of the creation of agricultural technologies. The dominant paradigm within three disciplines - psychology, economics, and sociology - is examined. Next, a model of structural determination includes socioeconomic and political factors, the research process, and technology's application and/or impact. This model is a much derived from the dominant paradigms as from recent developments in sociological theory, and presents a more comprehensive view of technological change. It is concluded that a larger view of the production of agricultural technology can help research institutions more effectively translate scientific knowledge into useful products.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a eficiência e a qualidade da produção científica ligada a agricultura não é algo recente no Brasil. Essas preocupações datam das primeiras tentativas para a organização sistemática da pesquisa agropecuária no país e se revelam, de forma nítida, nos relatórios que nos deixaram homens como F.W. Dafert, Artur Neiva e Henrique da Rocha Lima. Neste trabalho, o que se procura fazer é uma discussão sobre a importância do estudo sobre a pesquisa agropecuária.

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade dos autores e não necessariamente da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) ou do Departamento de Sociologia Rural, da Universidade de Missouri. Agradecemos o apoio recebido de Ubaldino Dantas Machado, chefe do Departamento de Difusão de Tecnologia, da EMBRAPA, e as discussões com William L. Flinn, Lawrence Busch, Frederick H. Buttel e Maria de Fátima Guerra de Sousa. Foi também muito útil a apresentação feita por um dos autores (Ivan Sergio) no Departamento de Sociologia Rural, da Universidade de Cornell, em setembro de 1982. Esta foi a primeira oportunidade que tivemos de apresentar as idéias básicas aqui desenvolvidas para um público maior. Finalmente, agradecemos as revisões feitas a uma versão anterior por Lawrence Busch, Frederick H. Buttel, William L. Flinn, Jere L. Gilles, William H. Friedland, e Herbert F. Lionberger. As suas sugestões contribuíram em muito para o aprimoramento desta versão final. A argumentação básica, porém, permanece aquela dos autores.

Já foi dito que a tecnologia, não apenas a tecnologia agrícola, conduz a tantos problemas quanto resolve, e para obtermos os efeitos desejados da tecnologia temos que aceitar os seus efeitos perniciosos (Ellul 1954). Esta visão pessimista de tecnologia e mudança ainda permeia a literatura e tem aberto um caminho necessário para a investigação das conseqüências sociais da tecnologia.

Embora o conhecimento das conseqüências da tecnologia seja importante e se constitua uma necessária retroalimentação para os centros de pesquisa, ele não esclarece como as tecnologias são desenvolvidas, nem define os caminhos pelos quais se poderia trabalhar para restringir os efeitos perniciosos de uma tecnologia emergente. O programa de pesquisa aqui apresentado dirige atenção ao que já se conhece, total ou parcialmente, sobre os processos que tornam possível a tecnologia agrícola. Pretendemos apresentar uma proposta para cientistas de diferentes disciplinas. O intuito é o de abrir caminhos para a investigação do **como** e o que ocorre durante o processo de geração de novas tecnologias agrícolas. O programa proposto também abre caminho para a investigação do **porque** o processo de geração de tecnologia agropecuária assume uma forma definitiva, e **porque** ele se modifica.

Inicialmente, revisaremos a literatura para mostrar que soluções diferentes e apenas parciais têm sido empregadas no problema do porque uma tecnologia é gerada e/ou porque ela se modifica. Em três disciplinas — psicologia, economia e sociologia — o principal paradigma de cada uma delas é examinado. Segue-se uma visão mais geral da mudança tecnológica, a qual se baseia tanto na discussão de paradigmas dominantes quanto nos desenvolvimentos recentes da teoria sociológica. A parte final propõe e justifica um estudo amplo da pesquisa tecnológica e apresenta objetivos e sugestões para diferentes direções de pesquisa.

Bases Prévias Para a Pesquisa

Grande parte das pesquisas sobre a geração de tecnologia agrícola foi realizada no contexto de uma das três abordagens aqui examinadas: a psicológica, a econômica e a sociológica (Sousa 1980). Um levantamento dos estudos desenvolvidos em cada abordagem proporciona uma fundamentação sobre os conhecimentos

existentes, ou seja, oferece um contexto de interligações relevantes para o estudo do processo de geração de tecnologia agrícola. Esta fundamentação é também uma base para a identificação de algumas das dimensões necessárias para uma abordagem mais abrangente de novas linhas de pesquisa.

O Enfoque Psicológico

Enfatizando o indivíduo no processo de desenvolvimento científico, o enfoque psicológico tem-se preocupado com problemas de inteligência, personalidade, atitudes e os seus efeitos sobre a criatividade. O enfoque psicológico sobre criatividade tem considerado a **pessoa** (quem são as pessoas criativas), o **produto** (o que as pessoas fazem que possa ser considerado criativo) e o **processo** (como uma pessoa criativa faz o que faz).

Seja qual for o enfoque – pessoa, produto ou processo – existem sérios problemas metodológicos. A principal crítica dos estudos sobre indivíduos criativos é que se baseiam em estudos de caso pouco generalizáveis. Por outro lado, o emprego de fontes secundárias gera problemas de validade. Devido à falta de critérios consensuais para a caracterização do sujeito “criativo”, a utilização de julgamentos de especialistas afeta tanto a confiabilidade quanto a validade.

Situação semelhante ocorre quanto ao produto criativo. Como também inexistem critérios consensuais para caracterizá-lo, os problemas metodológicos persistem. Neste sentido, a criatividade tem sido avaliada de acordo com: a qualidade de um trabalho novo e a sua aceitação como útil num dado momento (Stein 1963); algo novo (Barron 1965); o grau pelo qual uma resposta ou idéia é nova ou estatisticamente infrequente (MacKinnon 1965); uma coisa que seja ao mesmo tempo ímpar e útil (Griffith 1976).

Guilford (1950, 1959, 1965 e 1967) tem oferecido contribuições importantes ao estudo do processo do pensamento criativo, mas esse processo também implica em problemas metodológicos, principalmente quanto à sua identificação e mensuração. Se o processo criativo for encarado como uma seqüência linear (Wallas 1926), cada “etapa” requer a especificação de indicadores. Quando do processo resulta um produto relacional novo (Rogers 1971), falta definir o que constitui um produto “novo”.

Quase todos os problemas metodológicos implícitos no estudo da criatividade em geral estão, sem dúvida, presentes no estudo da criatividade científica na produção de tecnologia agrícola. Guilford (1963) toca num dilema teórico-metodológico ainda mais amplo quando escreve que "certas aptidões intelectuais determinam o que o cientista pode fazer. Sua motivação e suas oportunidades ambientais ajudam a determinar o que fará". Através das contribuições das outras correntes (econômica e sociológica) tem ficado cada vez mais evidente que os aspectos estritamente psicológicos da criação científica são somente uma parte da criatividade nas ciências e na tecnologia. Resumindo, um enfoque exclusivo sobre o indivíduo cria duas problemáticas: na metodologia, não existe nenhuma base para o desenvolvimento de uma definição de criatividade; na teoria, formas específicas de criatividade ficam completamente sem explicação. Uma tentativa de superar estas dificuldades foi feita por Usher (1954), um historiador⁴, e também por estudiosos de outras disciplinas.

O Enfoque Econômico

O enfoque econômico tem proporcionado um relato mais sistemático do processo de geração de tecnologias agrícolas, principalmente através de sua ala neoclássica. Geralmente, a economia trata a tecnologia como: (1) um fator autônomo que ocorre independentemente de eventos sócio-econômicos (Lewis 1954, Ranis & Fei 1961, Jorgenson 1961), e (2) um fator dependente que responde a pressões econômicas (Hicks 1932; Schumpeter 1949; Hayami & Ruttan 1971). Desse segundo tratamento econômico do problema tecnológico surgiu a "teoria da inovação induzida".

Para Schumpeter (1949 e 1939), a tecnologia reflete necessidades econômicas. Uma inovação é o que se cria sob pressão econômica e, uma vez produzida, afeta a economia. Porém Schumpeter não oferece uma teoria da inovação como tal.

Hicks (1932) forneceu a base para tal teoria. Ele mostrou que a mudança nos preços relativos dos fatores de produção resulta num "progresso tecnológico tendencioso", onde a geração de tecnologia economiza o uso dos fatores mais caros (Hicks 1932). As invenções são classificadas como "economizadoras de mão-de-obra", "neutras" ou "economizadoras de capital". As "economizadoras de mão-

⁴ Uma discussão sobre as contribuições de Usher (1959) foi feita por Ruttan (1959).

-de-obra" aumentam a proporção do produto marginal de capital em relação à mão-de-obra; as "neutras" não mudam essa relação; e as "economizadoras de capital" reduzem essa proporção. Porém, a grande maioria de inovações é, na verdade, "economizadora de mão-de-obra". Salter (1966) argumenta, ao contrário, que os empresários tentam reduzir o custo total, em vez de custos específicos, tais como mão-de-obra.

Para Hayami & Ruttan (1971), inovações dependem das condições econômicas da macroeconomia. Seu enfoque macroeconômico ultrapassa as micro-considerações de Hicks, que giram em torno da empresa, e permite a análise da mudança tecnológica na sociedade como um todo. O modelo de Hayami & Ruttan afirma que: a mudança tecnológica é uma variável endógena no processo de desenvolvimento e depende de forças econômicas; há caminhos múltiplos ao desenvolvimento tecnológico; a tecnologia não é neutra nas suas características economizadoras de recursos; as mudanças técnicas têm o papel de facilitar a substituição de um recurso por outro (Hayami & Ruttan, 1971). Salvo poucas exceções (Sousa 1980, Oasa & Koppel 1982), as hipóteses de Hayami e Ruttan receberam poucas críticas dos economistas ou de outros cientistas. Igualmente, suas hipóteses têm exercido grande influência sobre os economistas e responsáveis por políticas nos programas de desenvolvimento agrícola nos Estados Unidos e nos países em desenvolvimento, como o Brasil. Devido à sua importância prática, as hipóteses de Hayami & Ruttan merecem um exame mais profundo. Esperamos que os pontos críticos discutidos a seguir chamem a atenção para essa necessidade.

Primeiro, Hayami & Ruttan mantêm a proposta de Schumpeter de que a inovação é a força central e o elemento determinante na economia. Esta forma de determinismo tecnológico enfatiza o lado da oferta no processo de desenvolvimento. Desta forma, as soluções para a estagnação agrícola são: (1) desenvolvimento tecnológico (a criação de novas tecnologias), e (2) o fornecimento de serviços de extensão e programas de crédito. Apesar da sua importância para o desenvolvimento econômico, a tecnologia é só uma contribuição entre outras. Além disso, os sociólogos por exemplo, Burawoy 1978, insistem em que a tecnologia está inextricavelmente ligada às relações sociais e, assim, a tecnologia em si é bastante complexa social e politicamente.

Em segundo lugar, seu conceito de "sociedade" esconde possíveis divisões que devem ser reconhecidas quando estão em jogo decisões referentes às "necessidades da sociedade" ou aos "benefícios da sociedade". Hayami & Ruttan (1971)

escrevem que “é pouco provável que uma mudança institucional se mostre viável a menos que os benefícios à sociedade superem os custos”. Contribuições fornecidas pelo enfoque sociológico demonstram que o conceito de uma sociedade “não-diferenciada” é perigosamente enganador.

Uma terceira limitação resulta do seu enfoque exclusivo no mercado, às custas de outros fatores no desenvolvimento da tecnologia. A suposição de um “mercado livre” (por exemplo um sistema de preços que reflete a escassez de recursos) não leva em conta o envolvimento preponderante do Estado na economia. Desta forma, a possibilidade de generalizar tal modelo à sociedade brasileira (e a muitos outros casos, incluindo o dos Estados Unidos) é questionável. Na verdade, “monetaristas” como Schultz (1968) e Johnson (1967) chamam atenção para o caráter distorcido que resulta das intervenções públicas na ação livre das forças de mercado. A hipótese de inovação induzida de Hayami & Ruttan, porém, não considera tais distorções, nem especifica o papel do investimento público na pesquisa tecnológica. Para Hayami & Ruttan, a geração de tecnologia agrícola é uma resposta às forças do mercado (por exemplo, o aumento do custo da mão-de-obra) em lugar de uma resposta às forças sociais (por exemplo, o aumento do poder da mão-de-obra).

A relativamente recente interpretação de mudanças tecnológicas e institucionais como sendo endógenas ao sistema econômico (Binswanger & Ruttan 1978) marca um importante avanço para o modelo de inovação induzida. Anteriormente a esses avanços, o modelo da inovação induzida não poderia fazer mais do que assumir a relação entre o preço dos fatores relativos e o produto da pesquisa. Em resposta aos críticos e com um novo conjunto de dados históricos (por exemplo, o sucesso limitado da chamada Revolução Verde) cresceu, entre alguns economistas neoclássicos, a consciência de que as forças que dão forma à tecnologia agropecuária não são puramente econômicas, mas também sociais, veja, por exemplo, Sanders & Ruttan 1978, Janvry 1978. Uma consequência importante deste novo desenvolvimento foi uma preocupação maior pelo social e, além disso, o social passou a ser visto numa perspectiva diferente.

Antes do desenvolvimento da teoria de inovação induzida, a maioria dos economistas encarava a mudança tecnológica como sendo sujeita a influências intelectuais (veja o “Enfoque Psicológico”) ou sócio-culturais (por exemplo, invenções que surgem de conhecimentos existentes na cultura) que eram teorizadas por outros cientistas sociais. O impacto inicial do modelo de inovação induzida foi

uma mudança de enfoque por parte dos economistas, que passaram a encarar a mudança tecnológica como ligada às forças econômicas, e não aos mecanismos sócio-culturais gerais. Com os seus posteriores refinamentos e problemas persistentes, a teoria da inovação induzida tem mostrado a necessidade de se considerar as instituições sociais nos modelos de mudança tecnológica.

O Enfoque Sociológico

O enfoque sociológico tomou, pelo menos, três amplos caminhos na procura de uma teoria sistemática da produção de ciência e tecnologia, nenhum dos quais conseguiu resolver as diversas questões da mudança tecnológica. Um desses caminhos – o mais tradicional e talvez menos satisfatório – se preocupa em verificar até que ponto uma dada base cultural determina uma invenção particular, supondo um nível constante de capacidade mental (Ogburn 1922, Ogburn & Nimkoff 1940, Ogburn & Thomas 1922, Kroeber 1944, Barnett 1953 e Gilfillan 1935a, 1935b).

Trabalhos mais recentes (Havelock 1971, Rogers & Shoemaker 1971) têm desenvolvido uma perspectiva denominada de “sistemas de informação”, a qual tem adicionado alguns refinamentos à explicação sócio-cultural. Outro caminho, amplamente creditado a Merton, pergunta “por-que” a maioria dos indivíduos, a maioria do tempo, acaba querendo fazer o que a sociedade ‘precisa’ que façam?” (Storer 1966). Apesar de ser mais forte, este caminho (Merton 1949, Ben-David 1960, Marcson 1960, Kornhauser 1962, Abrahamson 1964, Zuckerman 1967, Swatez 1970, Gaston 1970, Hagstrom 1971, Clement 1974) tem, porém, “se tornado cada vez mais envolvido com o procedimento interno do sistema social da ciência e cada vez menos interessado diretamente nas relações que existem entre a ciência e o ambiente sócio-político onde se desenvolve” (Skclair 1973). Apesar desta crítica, o caminho escolhido por Merton tem proporcionado uma “tendência à interação” (relativa às influências entre cientistas individuais) e uma “tendência institucional” (relativa às macroinfluências sobre a organização científica e o papel do cientista na sociedade).

A sociologia radical⁵ (Engels 1976, Bukharin 1971, Hessen 1971, Colman 1971, Bernal 1939, Sohn-Rethel 1975, Braverman 1974, Aronowitz 1978, Noble

⁵ Vandermeer (1982) classifica a ciência radical como aquela que se deriva da perspectiva do trabalho. A sociologia radical é definida através dos mesmos critérios.

1977, 1978 e Hodgkin 1976) oferece um terceiro caminho dentro do enfoque sociológico. Este se distingue pela ênfase na determinação social da substância (por exemplo ciência "capitalista" versus ciência "proletária") da ciência e da tecnologia. Determinação social inclui claramente as dimensões econômicas e políticas da realidade social. Dois pontos de vista muito diferentes sobre a tecnologia no desenvolvimento social dependem da primazia dada ou às forças produtivas (qualquer faculdade ou instrumento que contribui propositadamente à produção, Cohen 1978) ou às relações de produção (isto é, aquelas relações sócio-políticas através das quais se tira o excedente do produtor direto, Burawoy 1978).

O mérito da abordagem radical está na classificação da forma social do processo de apropriação do excedente (e não das contradições econômicas em si), o qual se constitui na base para a reprodução das classes sociais. A criação e a distribuição do produto excedente depende, portanto, não apenas da ciência e da tecnologia mas, sobretudo, das relações sociais que permitem o uso de novas formas tecnológicas. A pesquisa científica e as tecnologias são vistas como produtos de conflitos sociais resultantes da criação e distribuição do produto excedente.

Diferentemente da sociologia radical, o caminho sócio-cultural não especifica as forças sociais antagônicas que determinam a tecnologia. Este caminho nunca realmente apresentou um conjunto de proposições interligadas colocando os fatores culturais relacionados às inovações, nem nunca as suas proposições foram, de fato, verificadas. Em vez disso, este caminho chamou a atenção para o fato de que invenções estão interligadas com outras invenções, e que determinar o momento exato do surgimento de uma invenção é um problema constante. Contrário a um psicologismo tóxico, Ogburn (1922) dissocia "invenção" de "capacidade mental" no sentido de que esta por si só explica aquela. Dado que "mentes criativas" são determinadas socialmente, quais os fatores ou traços culturais que influenciam uma forma ou um conteúdo tecnológico específico? A pergunta nunca recebeu uma resposta consistente. Num dos mais conhecidos trabalhos empíricos deste tipo, Gilfillan (1935b) apresentou um resultado nebuloso: a invenção é parcialmente causada por fatores sociais; o número de patentes é uma medida questionável de invenção e não existem dados para as grandes descobertas. Além disso, em defesa do modelo de inovação induzida, Schmookler (1966) demonstrou que a ação das forças de mercado é mais importante do que a disponibilidade de conhecimento para induzir invenções.

A perspectiva de "sistemas de informações" argumenta que, com o desenvolvimento da sociedade, a geração e disseminação de informação tem-se tornado uma função de determinadas instituições de pesquisa e desenvolvimento. Geralmente, todas as tecnologias seguem uma seqüência que vai da teoria científica para a prática. O analista do "sistema de informações" está primariamente preocupado com a identificação de requisitos funcionais que facilitem a transição da teoria para a prática. A compreensão de requisitos funcionais tais como inovação, validação, disseminação, legitimação e integração, ver por exemplo, Lionberger 1982, é útil para o diagnóstico de problemas dentro do sistema. Embora uma variedade de sistemas propostos (Havelock 1971, Nagel 1979) demande capacidades melhoradas para a geração, transformação e difusão de informação, o que o sistema realmente faz, como ele é usado, para quem e por quem é uma matéria de como as pessoas decidem usar o sistema. É neste ponto onde reside a principal limitação da perspectiva do sistema de informações: o sistema funciona como ele deve funcionar somente quando a sociedade como um todo é indiferenciada quanto aos seus aspectos econômico, político e/ou social. Além disso, os analistas de sistemas, como os seus predecessores sócio-culturais, assumem a centralidade da geração de informação e, conseqüentemente, super-enfatizam o impacto das instituições geradoras de informação sobre a mudança tecnológica. Uma atenção crescente para o aspecto de como o sistema e a sua forma de operação afetam as tecnologias produzidas (Lionberger 1982) pode proporcionar análises mais profundas das origens e natureza dos "sistemas de informação" e isto se os seus defensores abandonarem a visão funcional e idílica que possuem da sociedade.

Apesar de sobrecarregado de sérias limitações, o enfoque sócio-cultural e a perspectiva dos sistemas de informação para a mudança tecnológica têm oferecido um importante desafio ao reducionismo psicológico além de colocar o problema das determinantes sociais da mudança tecnológica.

A visão mertoniana de ciência e a sociologia radical especificam várias dimensões sociais relevantes da mudança tecnológica. Estes trabalhos se regem por, pelo menos, três indagações básicas: (1) o que determina a natureza das perguntas que os cientistas tentam resolver?; (2) as tecnologias têm um caráter social que ultrapassa quaisquer propriedades físicas e racionalidade econômica?; e (3) por meio de quais processos e mecanismos o caráter social da tecnologia é transformado?

Questões relacionadas ao sistema social da ciência envolvem estudos sobre as relações entre cientistas (Crane 1969 e 1972, Hagstrom 1965), sobre as relações

entre organizações (Aldrich 1974, Karpik 1978, Benson 1975) e sobre o impacto das organizações no trabalho dos cientistas (Busch 1982, Pelz & Andrews 1966). Muitos dos estudos que visam o sistema social da ciência tendem largamente a presumir uma independência das instituições científicas do seu ambiente sócio-político, por exemplo, Merton 1973, Zuckerman 1967. A ênfase é sobre a estrutura interna do sistema social da ciência que molda a produção científica.

Os sociólogos que contribuem para a compreensão das relações entre a ciência e seu ambiente sócio-político se concentram na questão da escolha de problemas no estabelecimento de pesquisa (Busch 1980, Busch & Lacy 1981, Lacy 1982a), na oferta e controle da mão-de-obra na agricultura (Friedland et al. 1981), na organização econômica da agricultura e o poder econômico de pequenas empresas agrícolas (Friedland et al. 1981), no papel do Estado (Fujimoto & Fiske 1975, Fujimoto & Kopper 1975, Sousa 1980, Dale 1981) e nas determinações estruturais (Sousa 1980, Busch 1980, Busch & Sachs 1981, Lewontin 1982).

Os avanços na engenharia genética (atualmente liderada pelo setor privado nos Estados Unidos, estão reformulando as relações institucionais e introduzindo ligações novas e mais desenvolvidas entre as instituições sociais e a ciência. Os altíssimos investimentos de capital necessários para a pesquisa e as enormes implicações sociais do controle e fins das novas tecnologias já começaram a atrair a atenção do sociólogo, por exemplo, Kenney et al. 1983, Rachie & Lyman 1981. Os iminentes avanços tecnológicos da engenharia genética — tais como a fixação de nitrogênio em cultivos não-leguminosos, o aumento da eficácia fotossintética, a resistência a pestes e doenças, e a tolerância ao sal, ao calor e à seca (Flinn & Buttel 1982, Graff 1982, Barton & Winston 1983, Chaleff 1983, Shepard et al. 1983, Borlaug 1983, Farnum et al. 1983 e Abelson 1983) — têm implicações muito grandes para os países em desenvolvimento.

Um levantamento de abordagens muito diferentes — a psicológica, a econômica e a sociológica — com relação ao problema de como e porque a tecnologia muda, proporciona uma visão mais ampla do problema. Os dois lados, tanto o da “demanda” (por exemplo, uma necessidade ou interesse específico por tecnologia) quanto o da “oferta” (por exemplo, adoção, retorno, sobre investimentos e as conseqüências sociais) devem ser considerados para que se tenha uma visão mais ampla da tecnologia. A prática científica é um empreendimento aberto do qual o produto, o conhecimento, sempre fica inacabado. As contribuições científicas, portanto, não chegam como conhecimento em forma completa, mas como conhe-

cimento inacabado que cria novas perguntas. A revisão da literatura demonstra como se chega, de maneiras bem diferentes, às soluções do problema do desenvolvimento tecnológico. Além do mais, as diversas soluções, cada uma com validade parcial, sublinham a necessidade de um enfoque amplo no estudo de mudança tecnológica.

PROBLEMA DO PROGRAMA DE PESQUISA

Esta proposta, para um programa de pesquisa que tem como foco a produção de tecnologia agrícola, se baseia na seguinte pergunta: o que é que influencia a produção de tecnologias agrícolas? Geógrafos, antropólogos e até biólogos têm oferecido respostas diferentes, da mesma forma que mostramos as soluções diferentes de psicólogos, economistas e sociólogos. A racionalidade para um programa de pesquisa deriva da necessidade de respostas interdisciplinares ou multidisciplinares à mesma pergunta inicial. Um programa de pesquisa, tal como este, tem como meta a junção de soluções parciais para a avaliação multidisciplinar. Respostas à pergunta inicial, empiricamente baseadas, devem alimentar tanto as ações práticas quanto a teoria da produção científica e tecnológica.

EM BUSCA DE UM MODELO OPERACIONAL PARA A PRODUÇÃO DE PESQUISA E TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA

A Figura 1 apresenta um "modelo pleno" de determinação estrutural entre fatores socioeconômicos, o Estado, a produção de tecnologia agropecuária e sua aplicação. A determinação estrutural é a influência variável de estruturas diferentes (por exemplo, a econômica, a política, a social) sobre outras estruturas ou processos. Um "modelo pleno" incorpora as diversas soluções para a mudança tecnológica previamente introduzidas e aponta para um estudo amplo da produção de tecnologia. O propósito de utilizar teorias e trabalhos empíricos diferentes é o de sugerir um programa amplo de pesquisa em lugar de desenvolver uma síntese teórica. Precisa-se de mais pesquisa para poder propor uma teoria inclusiva de mudança tecnológica — uma teoria que poderia oferecer às instituições de pesquisa e aos cientistas os implementos necessários para uma avaliação cuidadosa da pesquisa atual e para uma escolha prudente de pesquisas futuras. Espera-se que este programa de pesquisa abra caminhos para a eventual construção de uma tal teoria.

Para começar, o modelo da Figura 1 faz uma distinção entre as estruturas determinantes (as sócio-econômicas e o Estado) e as estruturas determinadas (a

organização da pesquisa agrícola). Aqui, estrutura refere-se a um nível de realidade que condiciona as relações sociais visíveis. Das relações entre as estruturas determinantes e determinadas, derivam-se cinco proposições gerais: (1) mudança tecnológica na agricultura é estimulada ou “induzida” pelas estruturas econômicas; (2) o Estado distorce ou “intermedeia” esses estímulos através de políticas de preços e comércio; (3) o Estado determina o alcance das possibilidades de pesquisa ou, em outras palavras, impõe limites nas instituições de pesquisa via alocação de recursos; (4) o impacto social de novas tecnologias modifica ou “seleciona” os objetivos contínuos das instituições de pesquisa; e (5) a estrutura organizacional e o caráter distinto do processo de produção científica “selecionam” produtos tecnológicos específicos dentro das restrições e do âmbito de possibilidades fornecidos pelo ambiente social (que contém as estruturas e processos já mencionados). Apesar de mais remotas, as relações entre as estruturas determinantes também sugerem impactos sobre o processo de produção tecnológica (e na sua estrutura determinada).

Incentivos tecnológicos

A economia e a sociologia demonstraram que um interesse ou uma indução de tecnologia provoca a sua criação por cientistas ou técnicos. Três estruturas ou processos sócio-econômicos influenciam decisivamente o interesse social ou a demanda de novas tecnologias: os fatores relativos de preços (Hayami & Ruttan 1971); a organização social da produção (Friedland et al. 1981, Thomas 1981) e a mobilização sócio-política de interesses (Vandermeer 1982, Sanders & Ruttan 1978). Estes processos não ocorrem independentemente um do outro, mas em conjunto, e se manifestam em qualquer formação de produção de mercadorias.

Os preços relativos dos fatores de produção tendem a refletir o patrimônio de recursos de diferentes países. Países com patrimônios em um ou outro extremo da escala têm desenvolvido tecnologias diferentes para poupar os fatores relativamente mais escassos ou caros. Por exemplo, quando a terra é abundante ou a mão-de-obra escassa (os Estados Unidos, 1880 – 1970, com a sua alta proporção entre terra e mão-de-obra), os países desenvolvem tecnologias que aumentam a produção por trabalhador, e são tipicamente chamadas de inovações “mecânicas”. Por outro lado, quando a terra é escassa ou a mão-de-obra é barata (Japão, 1880 – 1970 onde existiu uma baixa proporção terra/mão-de-obra), os países desenvolvem tecnologias que aumentam a produção por área de terra, e são chamadas de inovações “biológicas” (Hayami & Ruttan 1971).

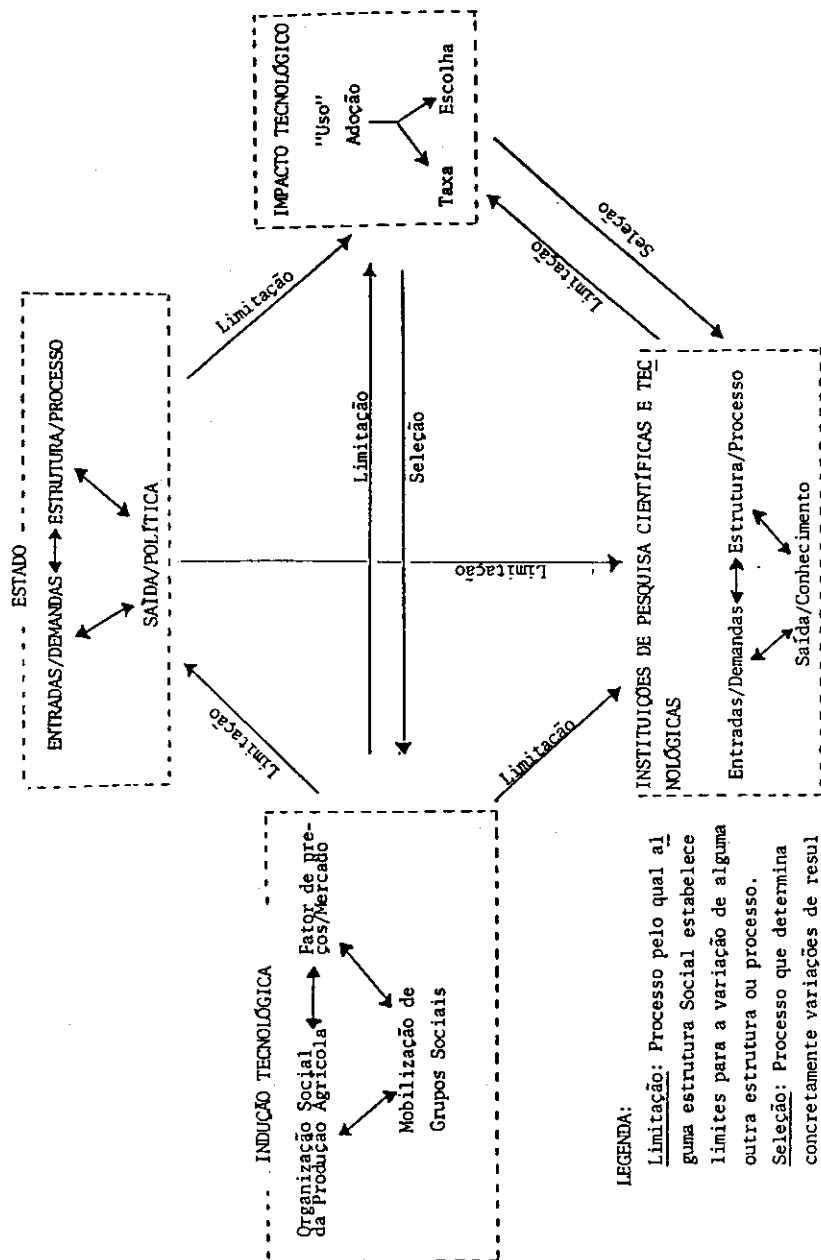


FIGURA 1: Um Modelo de Determinação Estrutural entre Fatores Socioeconômicos, o Estado, a Geração de Tecnologia Agropecuária e sua Aplicação.

Usando um modelo de inovações biológicas, mostramos a utilidade de uma análise do fator uso em relação ao fator preço na identificação do interesse potencial pelas inovações tecnológicas e maximização dos seus benefícios. O modelo sugere que na medida em que o preço da tecnologia biológica (por exemplo, os insumos fertilizantes e químicos) declina relativamente ao preço da terra, aumenta a sua aplicação por unidade de área. Mudanças no preço da mão-de-obra em relação ao preço da terra também afetam o nível de utilização de fertilizantes por unidade de área. Os herbicidas, por exemplo, podem substituir métodos mais intensivos na utilização de mão-de-obra para a proteção das lavouras. Os dados relativos aos anos de 1880 a 1965 mostram uma forte tendência para o aumento da utilização de tecnologias biológicas em todos os países estudados (Japão, Alemanha, Dinamarca, França, Grã-Bretanha e os Estados Unidos) quando o preço relativo da mão-de-obra ou da terra aumentou (Ruttan et al. 1978).

O modelo de inovação biológica sugere que aumentando o preço da terra em relação ao preço da mão-de-obra, aumenta o nível de tecnologias biológicas ou tecnologias incrementadoras de produção. Além do mais, para se alcançar um potencial ótimo de crescimento, a utilização de tecnologias incrementadoras de produção **deve** aumentar. De um lado, se não se aumentar o nível de qualquer tecnologia, a produção não aumentará. Por outro lado, um aumento das inovações mecânicas sem um aumento igual nas inovações biológicas aceleraria a substituição de mão-de-obra por capital quando já existe uma abundância de mão-de-obra. Neste caso, surgiriam efeitos indesejáveis nos campos social e político.

Os preços relativos dos fatores são essencialmente incentivos de mercado usados como ponteiros para a identificação de interesses e/ou comportamentos esperados na predisposição para certas tecnologias entre os produtores. Embora os mecanismos do mercado produzam os comportamentos esperados entre **alguns** produtores, nem todos eles acompanham, como foi demonstrado (1) pela relutância de muitos pequenos produtores norte-americanos na adoção de tecnologias no passado (Danbom 1979), (2) pela predisposição para tecnologias mecânicas por parte dos fazendeiros brasileiros (Sanders & Ruttan 1978), e (3) pela difusão desigual da "Revolução Verde" na América Latina (Cloud 1973). A compreensão de como as unidades de produção condicionam a chamada resposta do fator uso em relação ao fator preço se obtém através de uma análise mais profunda da organização social da produção.

O estudo comparativo da organização social da produção de alface e tomate na Califórnia, realizado por Friedland et al. (1981), explica as mudanças tecnológi-

cas através da elasticidade do controle da demanda/oferta de mão-de-obra, do poder econômico das empresas, e da interação destes fatores. Essa interação se refere à “maneira pela qual as empresas percebem ou antecipam que mudanças na oferta/controlado da mão-de-obra será influenciada pelo seu poder econômico” (Friedland et al. 1981).

O fim do programa “bracero”⁶ impôs mudanças similares na oferta de mão-de-obra para produtores de alface e tomate, mas conduziu a respostas tecnológicas diferentes. Com o programa “bracero” sob forte crítica, foi desenvolvida pela Universidade da Califórnia uma colhedeira mecânica para tomates a ser adotada em 1961, muito embora não tenha sido facilmente aceita pelos produtores até o final do programa “bracero”, em 1964. Findo o programa, os produtores de tomate, sujeitos às exigências de produção dos beneficiadores e com um acesso limitado ao crédito, responderam aos aumentos bruscos e agudos nos custos da mão-de-obra com uma mecanização generalizada (Friedland et al. 1981). Os “produtores-transportadores” de alface, por outro lado, responderam aos aumentos nos custos de mão-de-obra com uma mudança gradual de tecnologia.

Em contraste com os produtores de tomate, os produtores-transportadores de alface exercem o controle da produção, transporte e comercialização do seu produto, o que resulta em maior flexibilidade perante as flutuações de preço. Além disso, o financiamento interno se torna possível através da inserção da produção numa empresa maior (Thomas 1981). O maior controle sobre o mercado e a possibilidade de financiamento interno resultou em maior poder econômico dos produtores-transportadores. Estes, em vez de se mecanizarem rapidamente, absorveram os aumentos nos custos da mão-de-obra e se “empenharam na maximização dos lucros a longo prazo” (Friedland et al. 1981).

Friedland et al.(1981) e Friedland & Barton (1975) sublinham a importância da organização social da produção na “indução” de interesse na mudança tecnológica. Os estudos de caso da produção de alface e tomate – duas variantes de uma produção organizada de acordo com relações capitalistas de produção – mostram que, quando as unidades de produção capitalistas estão organizadas de maneiras

⁶ Essencialmente, o programa “bracero” foi uma política federal visando assegurar uma constante oferta de trabalho migrante barato para os fazendeiros nos Estados Unidos.

diferentes, respondem de maneiras diferentes a mudanças similares no preço relativo dos fatores.

Podem-se prever maiores diferenças nos interesses tecnológicos latentes quando os insumos são de tipos diferentes, tais como trabalho assalariado, trabalho doméstico ou alguma outra forma de trabalho não assalariado. No modo capitalista de produção, o insumo mão-de-obra normalmente aparece sob a forma de mão-de-obra assalariada, e, isto implica em problemas completamente diferentes de recrutamento e controle de mão-de-obra do que quando o trabalho assume forma "doméstica" ou "pré-capitalista" (Sen 1975). É de se esperar que as mudanças nos preços relativos de diferentes fatores resultem em reações diferentes. Assim, por exemplo, os grandes fazendeiros do Brasil tinham interesses econômicos na mecanização e substituição da mão-de-obra quando estavam se defrontando com problemas relativos ao seu controle e oferta, os quais não afetavam os pequenos produtores que dependiam basicamente da mão-de-obra doméstica (Sanders & Ruttan 1978).

Enquanto que o interesse por mudanças tecnológicas de tipo e ritmo específicos é condicionado concomitantemente pelas estruturas de produção e pelas relações de mercado, a capacidade real de transformar a base de conhecimento existente em conhecimento novo e tecnologias novas depende, parcialmente, da mobilização sócio-política dos grupos envolvidos. Um grande avanço tecnológico numa determinada área requer, com frequência, avanços ou modificações em tecnologias conexas. Por exemplo, o desenvolvimento da colhedeira mecânica requereu a plantação uniforme dos tomateiros, o amadurecimento simultâneo da fruta, um tomate mais duro para poder suportar o tratamento mecânico, e as mudanças no transporte e no beneficiamento (Vandermeer 1982). A interdependência de mudanças tecnológicas, chamada de "seqüenciamento" (Rosenberg 1976), exige a mobilização de vários grupos diferentes. Nenhum indivíduo ou grupo social desprovido de poder é capaz de expressar, efetivamente, seus interesses tecnológicos. O problema em questão é o seguinte: que mecanismos sócio-políticos da estrutura sócio-econômica tendem a facilitar ou a obstruir a tradução de um interesse tecnológico num esforço real de pesquisa?

Friedland (1980) sugere que as discontinuidades no próprio processo de produção podem resultar no não atendimento de necessidades de mudanças tecnológicas. Por exemplo, em grande parte do setor agrícola, a ausência de integração vertical deixa os produtores isolados na produção, os distribuidores isolados no armazenamento, os beneficiadores isolados no beneficiamento, e assim por diante. A integração vertical, por outra parte, promoveria a coordenação de respostas aos interesses tecnológicos.

As descontinuidades no sistema agrícola, junto com o financiamento público da maioria das pesquisas agrícolas, carecem de uma base organizacional para manifestar interesses tecnológicos. Os produtores, fazendeiros e trabalhadores agrícolas individuais não fazem sua própria pesquisa, mas precisam criar organizações de pesquisa e/ou promover suas necessidades de pesquisa. De uma forma geral, reconhece-se que, na agricultura, os grandes fazendeiros e as grandes empresas agrícolas exercem a maior influência sobre as instituições de pesquisa patrocinadas pelos cofres públicos (Hightower 1973). De fato, já foi argumentado que o poder político desproporcional dos grandes fazendeiros foi o principal responsável pela escolha das políticas ineficientes de subsídio à mecanização agrícola no Brasil (Sanders & Ruttan 1978). Apesar dessas afirmações, existem poucos estudos sobre a capacidade variável de diferentes grupos de se organizarem em torno de um interesse tecnológico e sobre quais restrições e/ou possibilidades existem para os grupos menos privilegiados assegurarem influência real sobre as mudanças tecnológicas.

O ESTADO E A PESQUISA AGROPECUÁRIA

Aqui se entende o Estado e a tecnologia como o complexo total de atividades através das quais diversas entidades organizadas dentro e entre diferentes instituições sociais tentam, por meio da inovação tecnológica, ampliar, manter ou deter a perda de controle sobre o processo produtivo e o seu universo relevante. A seguir, serão enfatizados vários pontos através dos quais esta definição não só especifica um objeto de análise definido, como também capta o grau de envolvimento do Estado no desenvolvimento tecnológico.

Em primeiro lugar, as atividades do Estado são aquelas executadas através de meios coletivos (por exemplo as organizações). Portanto, as atividades competitivas de indivíduos fora das organizações, procurando vantagens para si mesmos, não se constituem em atividades "do Estado". Em segundo lugar e em graus variáveis, as organizações (tipicamente frações de capital entre os países desenvolvidos) respondem não só às suas necessidades, como também a uma oposição emergente qualquer, de tal forma que o propósito pode ser muito mais o de deter uma potencial perda de controle, do que a luta pela sua ampliação. Em terceiro lugar, a reação a um meio incerto ou ameaçador constitui um "processo interacional" entre entidades organizadas. Deste processo resulta a formação de relações estruturadas (entre entidades organizadas) e arranjos institucionais (por exemplo, entre produtores, universidades e órgãos governamentais, por meio dos quais se atinge a uma distribuição determinada de recursos e poder. Em quarto lugar, como a tecnologia é a chave para maiores vantagens econômicas (isto é, controle) as entidades

organizadas do setor produtivo tentarão acordos institucionais que lhes permitem controlar o processo de pesquisa e desenvolvimento.

O "processo interacional" onde ocorrem as atividades do Estado envolve três enfoques analíticos: (a) o processo de organização de forças e formação de interesses; (b) as relações estruturadas que selecionam alguns objetivos tecnológicos em prejuízo de outros; e (c) os resultados específicos para determinar quais grupos controlarão o ritmo e a direção da pesquisa e da tecnologia, como também o alcance desse controle.

O processo de organização de forças e formação de interesses aponta para a necessidade de uma análise de como as entidades organizadas do setor de produção (tanto estatal como privado) definem seus interesses tecnológicos coletivos e lutam para modificar ou estabelecer novos relacionamentos com outras instituições (por exemplo, órgãos governamentais e universidades). Assim, nos E.U.A, no início do século XX, grandes grupos de fazendeiros e de comércio agropecuário procuraram a implantação de uma organização agropecuária que permitisse a união de interesses agrícolas e comerciais, com o intuito de criar um mercado para novas tecnologias agropecuárias. Órgãos governamentais e legalmente autorizados desempenharam um papel importante no estabelecimento de uma nova e poderosa organização agropecuária, denominada de "Farm Bureau" (Busch & Lacy 1983, McConnell 1953). O "Farm Bureau" foi o marco de um novo arranjo institucional entre a agropecuária, o comércio e o governo que se tornou a base para as políticas agropecuárias, a pesquisa organizada e o desenvolvimento de tecnologia.

As relações entre entidades organizadas têm o efeito de impor limitações estruturais na extensão de objetivos tecnológicos que podem ser perseguidos por diferentes grupos. No Brasil, por exemplo, as relações padronizadas mudaram de uma aliança entre as classes proprietária tradicional e a industrial/empresarial emergente para uma aliança entre empresários de capital doméstico e aqueles de capital internacional. Esta aliança é uma característica mais proeminente da atual estrutura do Estado, e alimentou o problema crescente do balanço de pagamentos. Os deficits crescentes da balança comercial criaram, por sua vez, uma demanda urgente de aumento da produtividade agropecuária e são a base principal para tecnologias biológicas na agricultura. Os retornos variáveis da pesquisa também atuam como filtro sobre as demandas impostas ao Estado. Os retornos da pesquisa na área de inovações mecânicas são mais prováveis de serem incorporadas pela indústria do que os retornos da pesquisa na área de inovações biológicas (Janvry 1978). Portanto, os projetos de pesquisa menos lucrativos, porém úteis, acabam ficando a cargo do setor público.

Os "inputs"/demandas que penetram nos órgãos governamentais se transformam em materiais de um processo estruturado de tomada de decisões. Este processo de transformação, ou "formação de políticas", envolve os modos de tomada de decisões e a padronização de posições organizacionais (Therborn 1978). Block (1977) e Skocpol (1979) analisaram a contribuição singular do aparato estatal e dos modos de tomada de decisões para outras áreas de formação de políticas. Ambos os estudos prometem uma contribuição teórica e metodológica substancial para o entendimento dos aspectos políticos da política de tecnologia agrícola.

Além do processo de organização de forças e formação de interesses e das relações estruturais que selecionam alguns objetivos tecnológicos em detrimento de outros, o terceiro foco analítico do processo interacional é o resultado do controle e/ou a sua extensão em certos grupos. A extensão do controle é determinada pela capacidade de uma entidade organizada de direcionar o fluxo de dois recursos básicos: dinheiro e autoridade. Esta capacidade é, por sua vez, essencialmente determinada pelas relações interorganizacionais emergentes. É importante que entidades organizadas que lutam pelo controle tenham autoridade e recursos financeiros, desde que a autoridade legitima um determinado uso das finanças e confere o direito de realizar atividades de pesquisas específicas. Visto que uma grande parcela de autoridade é monopolizada pelo Estado, representado por órgãos governamentais, não é difícil entender porque as lutas mais importantes entre entidades organizadas da economia possuem um caráter eminentemente político.

Um estudo em andamento na Universidade de Cornell (Kenney et al. 1983, Buttell et al. 1983) sobre a luta para controlar a pesquisa em biotecnologia, ilustra a capacidade das organizações para direcionar a pesquisa de tecnologias agropecuárias através da criação de novas relações interorganizacionais. Os principais atores são grandes corporações multinacionais (petroquímicas e farmacêuticas), "Land Grant" universidades, e órgãos governamentais (Buttell et al. 1983).

As grandes corporações estão se movimentando em duas frentes. Em primeiro lugar, incorporando pequenas companhias de sementes. Na medida em que a engenharia genética de plantas seja aplicada em bases comerciais, essas incorporações garantirão uma expansão de mercado e lucros maiores. Em segundo lugar, devido aos altos investimentos de capital necessários na área de biotecnologia e a não lucratividade da pesquisa básica para as empresas privadas, as corporações também começaram a pressionar as "Land Grant Universities" para que substituam a pesquisa aplicada pela pesquisa básica. Uma possível maneira de pressionar é atra-

vés da modificação da atual estrutura de financiamento de pesquisa do "Land Grant System". Como resultado, órgãos governamentais ficariam diretamente envolvidos nos esforços para modificar acordos de financiamento existentes, os quais têm obstruído o apoio do setor público para a pesquisa básica na área de biotecnologia.

Novos relacionamentos entre entidades organizadas afetarão as prioridades de pesquisa (por exemplo "nacional" vs. "local", básica vs. aplicada), a alocação de recursos de pesquisa (por exemplo, montante e distribuição), e as relações de autoridade (por exemplo, o estabelecimento de novas normas de pesquisa para a legitimação de prioridades "nacionais" em detrimento das "locais"). Dentro destes amplos parâmetros, as organizações de pesquisa determinam concretamente a forma e estrutura da pesquisa, a intensidade do espaço a ela dedicado, bem como os seus tipos de projetos.

As atividades do Estado que aparentemente não possuem relação com a pesquisa agropecuária e, muitas vezes, nem mesmo com a agricultura, podem modificar a maneira pela qual as estruturas ou processos sócio-econômicos impõem limites ao processo de pesquisa. O mesmo pode ser dito com relação às políticas protecionistas de comércio ou com os subsídios de insumos agrícolas. No Brasil, por exemplo, as políticas de mecanização, particularmente desde o início da década de 60, distorcem a tendência dos fatores de preço refletirem os fatores naturais (Sanders & Ruttan 1978).

Assim, as políticas estatais, na forma de alocação de recursos para a pesquisa estabelecem limites para os esforços de pesquisa, para os tipos de projetos, e para a forma da organização da pesquisa.

O PROCESSO DE PESQUISA

Os "inputs"/demandas sobre a organização de pesquisa derivam de duas fontes já descritas: (1) as estruturas e processos sócio-econômicos que "induzem" a mudança tecnológica e (2) as políticas estatais que "medeiam" aquelas induções e/ou fixam diretamente os limites da natureza e objetivos do processo de pesquisa. Uma terceira fonte vem do impacto das tecnologias. Dependendo tanto da natureza das tecnologias quanto das estruturas sociais existentes, as tecnologias têm, em certas circunstâncias, reforçado as relações sociais existentes (Taussig 1978) e, em outras circunstâncias transformado essas relações (Byres 1981). Em qualquer caso,

as tecnologias e o processo social de produção criam novas relações sociais e, conseqüentemente, novos requisitos tecnológicos. Assim, a vantagem comparativa gozada entre os produtores mecanizados de cana-de-açúcar no sul do Brasil (Sanders & Ruttan 1978) conduziu a novos interesses tecnológicos e, com o aumento do poder econômico, veio também o incremento da eficiência na mobilização de interesses.

Dentre os limites impostos por estas fontes variadas, os pesquisadores nas instituições de pesquisa formulam e executam projetos específicos de pesquisa. Pesquisas anteriores sugerem que os mecanismos através dos quais se conduz a pesquisa agrícola em determinadas formas incluem: o treinamento científico e outras experiências sociais do pesquisador (Busch & Lacy 1981); os padrões de comunicação entre os cientistas (Busch 1980) e o contexto institucional do cientista (Busch 1982).

Além disso, as forças sociais de espectro mais amplo já mencionadas condicionam os mecanismos imediatos ou diretos que determinam o processo de pesquisa. Existe um número relativamente grande de publicações na área de organização, por exemplo, Ouchi 1977, Ouchi & MacGuire 1975, que analisa o processo de controle social sobre as organizações de pesquisa. As instituições de pesquisa, como outros tipos de organizações, são estabelecidas, mantidas e transformadas dentro do contexto do seu ambiente social (Benson 1975, Pfeffer & Salancik 1978). Assim, os tipos de arranjos interorganizacionais podem ser um fator crucial na moldagem dos mecanismos de controle organizacional e podem, eventualmente, em harmonia com os interesses tecnológicos emergentes de certos grupos sociais, traçar uma direção mais "eficiente" para o processo de pesquisa.

As direções do programa de pesquisa

A justificativa básica e prática para um estudo compreensivo da produção de tecnologia agrícola se fundamenta na necessidade e no desejo de se oferecer uma maior eficiência aos mecanismos que traduzem o conhecimento científico em produtos úteis e em processos produtivos. Dessa forma, a qualidade e a adaptabilidade da tecnologia agrícola será melhor assegurada se o processo de produção da tecnologia agrícola for entendido. Uma maneira promissora de estimular a inovação (e de aumentar a produtividade de diversas propriedades agrícolas) é a de combinar os conhecimentos existentes com o intuito de provocar avanços tecnológicos, tais como o aumento da resposta da planta à baixa fertilidade do solo ou o desenvolvimento de pesticidas biológicos.

Na medida em que o processo de geração da tecnologia agrícola se desmistifica através da integração de disciplinas tais como a psicologia, a economia e a sociologia, aumenta-se a capacidade organizacional dos cientistas e dos administradores de pesquisa para direcionar as suas agendas de investigação no desenvolvimento de tecnologias que sejam sócio e economicamente desejáveis. Os elos entre a pesquisa básica e a mudança tecnológica são frequentemente muito sutis e indiretos, e podem ocorrer dentro de um longo período de tempo (Bok 1982). Estudos empíricos deveriam mostrar como tornar esses elos mais curtos e mais fortes.

Outra razão prática para o estudo do processo de produção de tecnologia agrícola é a de identificar a melhor estratégia para estimular, entre cientistas altamente especializados, a capacidade de reconhecer outras áreas de importância científica que possam se achar no centro de um problema social persistente. Isto não implica que a pesquisa científica básica e não direcionada não deva existir. Porém, argumentamos que a velha linha rígida entre a pesquisa básica e a pesquisa aplicada está desaparecendo na medida em que cada vez mais os problemas difíceis da vida cotidiana se traduzem em problemas básicos de pesquisa. O nosso argumento é o de que os estudos empíricos deveriam ajudar na localização de rotas recorrentes com relação à escolha do problema e orientar conscientemente as ações de acordo com uma visão mais ampla das necessidades e uso das tecnologias agropecuárias.

OBJETIVO DA PESQUISA E TÓPICOS PARA DISCUSSÃO

Sugerimos que as razões já enumeradas para a realização de um estudo compreensivo da produção de tecnologia agropecuária se traduzem no objetivo duplo de aumentar a eficiência e a qualidade de pesquisa nessa área. Brooks (1973) define a eficiência da pesquisa como uma preocupação com a maneira de “como organizar o pessoal e direcionar a procura de conhecimento de forma a se obter a maior taxa de progresso científico para um dado investimento em recursos humanos e materiais”. A eficiência, então, se refere a uma preocupação com a obtenção do mais alto nível de produtividade científica para uma dada quantidade de investimentos de pesquisa. Dessa forma, a eficiência se centra na quantidade de trabalhos científicos e/ou tecnológicos produzidos e não na natureza daqueles trabalhos.

Ao contrário do termo eficiência, falta ao termo “qualidade da pesquisa” uma definição a priori e sem ambigüidades. A preocupação com qualidade implica um interesse final na obtenção de produtos tecnológicos “úteis”. Porém, a pala-

vra "útil" abre as portas para uma série de indagações não examinadas, tais como: útil a quem? Com que fins? e sob quais conseqüências? Claramente, todos os que participam do processo de geração de tecnologia agropecuária — produtores, cientistas, administradores governamentais e entidades de classe — ajudam a definir o que é uma tecnologia "útil". Porém, as estruturas organizacionais determinam quais grupos terão uma participação maior, e quais grupos serão excluídos do processo de pesquisa. Enquanto que a preocupação com a qualidade da pesquisa chama a atenção para o complexo total de estruturas organizacionais necessárias para um plano completamente integrado de desenvolvimento agrícola, este programa de pesquisa demanda um enfoque mais claro e mais limitado, isto é, as estruturas da organização de pesquisa (e/ou aquelas diretamente relacionadas) que determinam a participação e, assim, a definição do que venha a ser uma tecnologia útil.

A eficiência e a qualidade da pesquisa devem ser vistas como os lados complementares de uma meta única no processo de pesquisa agropecuária. Uma preocupação excessiva com a eficiência, em detrimento da qualidade da pesquisa, poderia resultar em: (1) organização do trabalho científico se tornando independente das suas metas; (2) altos níveis de competição e uma tendência a uma maior especialização que provavelmente obstruirão a comunicação entre cientistas; e (3) escolha de um problema de pesquisa decidido menos pelas necessidades definidas do que pelas técnicas disponíveis para realizar o projeto com o menor investimento. Por outro lado, uma preocupação exagerada com a qualidade da pesquisa, em detrimento da eficiência, poderia resultar em: (1) baixa taxa de sucesso em tentativas de atingir metas definidas; (2) discussões excessivas entre o pessoal da pesquisa sem se chegar a um consenso sobre metas específicas; e (3) desperdício de recursos humanos e financeiros.

Medidas de eficiência podem ser obtidas nos documentos da organização (por exemplo, o custo por unidade de pesquisa produzida) e/ou através de avaliações dos participantes (por exemplo, o grau de atingimento das metas, nível de satisfação com o desempenho da pesquisa). A literatura da área de avaliação organizacional (Van de Ven & Ferry 1980, Lawler III et al. 1980) identifica várias dimensões de eficiência e procedimentos para medição. As influências sobre o pesquisador, a equipe, a unidade ou sobre a produtividade organizacional são preocupações da pesquisa. Tais influências podem variar de motivação e atitudes pessoais a características estruturais e contexto organizacional.

A discussão prévia sobre a qualidade da pesquisa (por exemplo, sua utilidade) sugere que a qualidade depende de se saber até que ponto a atividade de

pesquisa responde às necessidades do público alvo. Assim, a qualidade da pesquisa tem a ver com o conteúdo da pesquisa básica: os objetivos, o modo como eles são estabelecidos, os problemas específicos e sua seleção, bem como a formulação e a execução do projeto. Existem vários caminhos para a investigação da qualidade da pesquisa: quais estruturas da organização de pesquisa impedem/permitem atividades de pesquisa inovadoras; o que determina os objetivos organizacionais amplos formarem parte da estrutura que influencia as atividades de pesquisa; quais as ligações existentes entre a instituição de pesquisa e outros públicos que possam auxiliar na identificação de necessidades de pesquisa; quais modos de cooperação entre cientistas (por exemplo, equipe unidisciplinar, multidisciplinar ou interdisciplinar) contribuem para garantir a utilidade da tecnologia; e quais fatores determinam esses modos. Essencialmente, essas questões sobre pesquisa apontam para uma variedade de mecanismos envolvidos na definição de metas, problemas e atividades específicas de pesquisa. Uma consequência imanente da quebra desses mecanismos é a falta de concidência entre (1) o método e o escopo da atividade de pesquisa e (2) a necessidade de pesquisa.

Entre organizações de pesquisa, a qualidade e a eficiência variam consideravelmente. A Tabela 1 condensa quatro resultados provenientes dessas variações.

TABELA 1. Tipos de resultados para uma instituição de pesquisa agropecuária.

		Qualidade da Pesquisa	
		Alta	Baixa
Eficiência da Pesquisa	Alta	Uma instituição de pesquisa plenamente integrada e produtiva	Uma instituição de pesquisa produtiva, mas a pesquisa carece de utilidade
	Baixa	A pesquisa tem utilidade mas é mal executada. As metas são raramente atingidas e os projetos raramente concluídos.	A pesquisa não tem utilidade e é mal executada.

Uma organização de pesquisa com estrutura efetivamente participatória, de modo a permitir a influência de diferentes segmentos sociais na formulação de seus projetos de pesquisa, certamente tem assegurada a qualidade de seu trabalho, expressa na capacidade de utilização dos resultados por parte dos usuários. Se, além

disso, esta organização é eficaz no cumprimento de seus objetivos ela é qualificada na Tabela 1 como "alta" tanto no que concerne à qualidade quanto à eficiência da pesquisa (cela superior esquerda da Tabela 1).

Às vezes, uma organização de pesquisa altamente eficiente mas com uma baixa absorção dos seus resultados de pesquisa (cela superior direita da Tabela 1) é tida como uma organização de sucesso por aqueles preocupados principalmente com a eficiência. Este tipo de organização mostra uma alta capacidade de produção de pesquisa. Os laços organizacionais com uma clientela serão ou muito ineficientes para todos os grupos sociais afetados ou altamente desenvolvidos para um grupo social particular às custas da exclusão de outros.

Algumas organizações de pesquisa podem ser ineficientes no atingimento de objetivos de pesquisa, porém capazes de identificar os objetivos de uma ampla clientela (cela inferior esquerda da Tabela 1). Este tipo de organização pode (1) estar carente de pesquisadores competentes, (2) não estar motivando-os de forma apropriada, ou, (3) simplesmente carecer dos recursos financeiros necessários para a realização das atividades de pesquisa.

Outras organizações de pesquisa podem possuir pesquisas de baixa qualidade e, ao mesmo tempo, de pouca utilidade (cela inferior direita da Tabela 1). Essas organizações precisam de mudanças significativas para melhorar tanto a eficiência quanto a qualidade.

A Tabela 1 procura fornecer uma ampla orientação para o estudo de organizações de pesquisa. A qualidade e a eficiência da pesquisa estão combinadas numa tabela de 2 x 2 para ressaltar o fato de que nenhuma delas, ou seja, a eficiência e a qualidade, podem ser ignoradas, seja qual for o problema de pesquisa considerado. A Tabela 1 tenta fornecer muito mais uma orientação, do que problemas concretos para a pesquisa. Esta orientação, porém, abre perspectivas mais amplas para se chegar a problemas específicos. Por exemplo, desde que os objetivos da pesquisa são muito mais o resultado de determinações sociais do que um efeito espontâneo de criatividade individual e/ou da situação econômica, qualquer pesquisa orientada a aspectos de eficiência deve levar em consideração que uma melhora na eficiência não altera a natureza da pesquisa. Da mesma forma, qualquer esforço no sentido de compreender os procedimentos que levam a uma melhoria da qualidade da pesquisa não fornece os meios para a execução da pesquisa.

Uma melhor compreensão do processo de pesquisa requer a identificação e mensuração da eficiência e qualidade da pesquisa. As medidas de eficiência

podem ser obtidas, por exemplo, através dos registros e relatórios da organização.

Níveis de análise

O programa de pesquisa proposta visa uma maior compreensão dos fatores que resultam numa instituição de pesquisa de alta qualidade e eficiência. O problema geral é abordado em três níveis diferentes de pesquisa: (1) o individual/interpessoal; (2) o intraorganizacional; e (3) o interorganizacional. Reconhecemos que cada um desses níveis de investigação possui a mesma validade. Todavia, como os três níveis são interdependentes, aqueles estudos desenhados para um tratamento integrado dos vários níveis são especialmente valiosos para uma melhor compreensão do problema. Ao mesmo tempo, muitos estudos identificados com um determinado nível (mencionados a seguir) não foram executados exclusivamente nesse nível.

No nível individual/interpessoal, a ênfase é sobre o processo total, através do qual os pesquisadores são socializados (Busch & Lacy 1981), e os canais de comunicação formais e informais nas ciências agropecuárias (Busch 1980, Lacy 1982b). Este nível oferece uma compreensão do que os cientistas como indivíduos trazem para a atividade de pesquisa (predisposições, motivações e a importância percebida das diferentes metas de pesquisa), e de como a comunicação influencia a escolha de problemas de pesquisa. Várias estratégias de pesquisa são adequadas para este nível (Cook & Campbell 1979, Dillman 1978).

O nível intraorganizacional focaliza as dimensões da estrutura organizacional (Hage 1980) tais como tamanho, centralização, especialização de tarefas e formalização; a natureza das tarefas executadas (por exemplo, rotineiras versus criativas) (Haraszthy & Szanto 1979); as relações entre o pessoal administrativo e os pesquisadores (Varga 1979); e o papel organizacionalmente limitado dos coordenadores de projetos de pesquisa (Aichholzer et al. 1979). Uma estratégia metodológica especialmente frutífera é a de análise organizacional comparativa, que se baseia em dados de levantamentos e dados secundários como, por exemplo, os registros da organização (Vroom 1967). Van de Ven & Ferry (1980) fornecem um guia compreensivo para o desenvolvimento de medidas de nível organizacional.

O nível interorganizacional focaliza: a direção do fluxo de recursos entre a organização de pesquisa e seus "grupos de clientes"; o efeito das relações interorganizacionais sobre a estrutura e modo de funcionamento dentro da organiza-

ção de pesquisa; e o papel de diversas classes sociais na tentativa de manter relacionamentos existentes ou de criar novas formas interorganizacionais. Benson (1975) fornece uma excelente discussão sobre as dimensões relevantes e a dinâmica deste nível de investigação. Uma abordagem inicial para a operacionalização das relações interorganizacionais é apresentada por Van de Ven & Ferry (1980). Grande parte da análise, porém, deve basear-se em dados históricos e outras fontes secundárias. Os trabalhos de Buttell et al. (1983) Kenney et al. (1983), Busch (1982) e Busch & Lacy (1983) são exemplos da análise da pesquisa agropecuária a este nível.

A razão, pois, de se estimular análises que englobem esses três níveis de apresentação do fenômeno, junto com as suas interconexões, reside na crença de que a produção de tecnologia agropecuária não depende apenas do voluntarismo do indivíduo criativo, do dinamismo interno da organização ou do estoque de conhecimentos existentes. Processos estruturais também impõem limites e, portanto, dão direção à mudança tecnológica. Apesar de demandar esforços metodológicos bastante complexos, a análise simultânea dos diferentes níveis de manifestação do fenômeno, ao ampliar a explicação sobre a emergência de determinadas formas tecnológicas, oferece aos cientistas um potencial concreto para o entendimento dos fatores sociais que determinam a extensão e os limites da mudança tecnológica. Neste sentido, algo mais é adicionado aos modelos mais marcadamente econômicos de determinação do mercado, discutidos anteriormente. A análise simultânea desses diferentes níveis carrega o potencial teórico-metodológico para que a importância das relações de poder entre os diferentes grupos econômicos que afetam a mudança tecnológica, e, portanto, a geração de tecnologia, seja examinada.

A preocupação desta proposta para um programa de pesquisa sobre a geração de tecnologia agropecuária é a de possibilitar o surgimento de projetos de pesquisa específicos para o estudo detalhado de tecnologias específicas. A argumentação teórica do programa proposto aponta para a inutilidade de se estudar os efeitos da mudança tecnológica independentemente do contexto que orientou aquela mudança. Enfim, o que se defende e o que se discute neste trabalho é a necessidade e a urgência de um tratamento sistemático de todo o contexto orientador de mudança tecnológica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio recebido de Ubaldino Dantas Machado, chefe do Departamento de Difusão de Tecnologia, da EMBRAPA, e as discussões com William L. Flinn, Lawrence Busch, Frederick H. Buttel e Maria de Fátima Guerra de Sousa. Foi também muito útil a apresentação feita por um dos autores (Ivan Sergio) no Departamento de Sociologia Rural, da Universidade de Cornell, em setembro de 1982. Esta foi a primeira oportunidade que tivemos de apresentar as idéias básicas aqui desenvolvidas para um público maior. Finalmente, agradecemos as revisões feitas a uma versão anterior por Lawrence Busch, Frederick H. Buttel, William L. Flinn, Jere L. Gilles, William H. Driedland, e Herbert F. Lionberger. As suas sugestões contribuíram em muito para o aprimoramento desta versão final. A argumentação básica, porém, permanece aquela dos autores.

REFERÊNCIAS

- ABELSON, P.H. Biotechnology: an overview. *Science*, 219(4585):611-3, 1983.
- ABRAHAMSON, M. The integration of industrial scientists. *Adm. Sci. Q.*, 208-18, 1964.
- AICHHOLZER, G.; MITTERMEIV, R. & WALLEES, G. On the differential importance of human - relations - aspects for research activities: a comparison between academic and industrial research units. In: FARKAS, J. *Sociology of science and research*. Budapest, s.ed., 1979.
- ALDRICH, H.E. *The environment as a network of organizations: theoretical and methodological implications*. Toronto, Canadá, s.ed., 1974. Trabalho apresentado no ISA, Toronto, Canadá.
- ARONOWITZ, S. Marx, Braverman, and logic of capital. *Insurg. Sociol.*, 8(2/3):126-46, 1978.
- BARNETT, H.G. *Innovation: the basis of cultural change*. New York, McGraw Hill, 1953.
- BARRON, F. The psychology of creativity. In: HOLT, R. & WINSTON, J.B. *New directions in psychology*. New York, 1965. p.3-134.
- BARTON, K.A. & WINSTON, J.B. Prospects in plant genetic engineering. *Science*, 219(4585): 671-6, 1983.
- BEN-DAVID, J. Scientific productivity and academic organization in the 19th century medicine. *Am. Sociol. R.*, 25:828-43, 1960.

- BENSON, J.K. The interorganizational network as a political economy. *ASQ*, 20:229-49, 1975.
- BERNAL, J.D. *The social function of science*. London, Routledge & Kegan Paul, Ltd., 1939.
- BINSWANGER, H.P. & RUTTAN, U.W. *Induced innovation*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1978.
- BLOCK, F. The ruling class does not rull. *Soc. Revol.*, 33:6-28, May/June, 1977.
- BOK, D. Balancing responsibility and innovation. *Change*, 16-25, Sept. 1982.
- BORLAUG, N.E. Contributions of conventional plant breeding to food production. *Science*, 219(4585):689-93, 1983.
- BRAVERMAN, H. *Labor and monopoly capital*. New York, Monthly Review Press, 1974.
- BROOKS, H. Knowledge and action: the dileme of science policy in the 1980's. *Daedalus*, 102(2):125-44, 1973.
- BUKHARIN, N.I. Theory and practice from the standpoint of dialectical materialism. *Sci. Cross Roads*, 11-40, 1971.
- BURAWOY, M. Toward a marxist theory of the labor process: Braverman and Beyond. *Politics and Society*, 8(3/4):247-312, 1978.
- BUSCH, L. *The organization context of United States Public Agricultural research*. California, s.ed., 1982. Trabalho apresentado no encontro da Sociedade de Sociologia Rural em São Francisco.
- BUSCH, L. Structure and negotiation in the agricultural sciences. *Rural Sociol.*, 45(1):26-48, 1980.
- BUSCH, L. & LACY, W.B. *Science, agriculture and the politics of research Boulder*. Colorado, Westview Press, 1983.
- BUSCH, L. & LACY, W.B. Source of influence on problem choice in the agricultural sciences: the new atlantis revisited. In: BUSCH, L. *Science and agricultural development*. New Jersey, Allanheld Osmun and Co. Publishers, Inc., 1981. p.113-28.
- BUSCH, L. & SACHS, C. The agricultural sciences and the modern world system. In: BUSCH, L. *Science and agricultura development*. New Jersey, Allanheld Osmun and Co. Publishers, Inc. 1981. p.131-56.
- BUSCH, L.; LACY, W.B. & SACHS, C. *Research policy and process in the agricultural sciences: some results from a national study*. Lexington, Kentucky, University of Kentucky, Department of Sociology, 1980.
- Cad. Dif. Tecnol., Brasília, 1(3):345-381, set/dez. 1984

- BUTTEL, F.H.; KENNEY, M.; KLOPPENBERG JUNIOR, H. & COWAN, T.J. Problems and prospects of agricultural research: the winrock report. *The Rural Sociologist*, 3(2):67-75, 1983.
- BYRES, T. The new technology, class formation and class action in the Indian Countryside. *Journal of Peasant Studies*, 8(4):406-54, July 1981.
- CHALEFF, R.S. Isolation of agronomically usefull mutants from plant cell cultures. *Science*, 219(4585):676-82, 1983.
- CLEMENT, F. Early career determinants of research productivity. *Am. J. Sociol.*, 79:409-19, 1974.
- CLOUD, W. after the green revolution. *The Sciences*, 13(8):6-12, Oct. 1973.
- COHEN, G.A. *Karl Marx's theory of history: a defense*, Princenton, N.J., Princenton University Press, 1978.
- COLMAN, E. The present crisis in the mathematical sciences and general outline for their reconstructions. In: _____. *Science at the cross roads*. London, Frank Cass and Co. Ltd., 1971. p.215-29.
- COOK, T. & COMPBELL, D. *Quasi-experimentation*. Chicago, Raud MacNally, 1979.
- CRANE, D. *Invisible colleges: diffusion of knowledge in scientific communities*. Chicago, University of Chicago Press, 1972.
- CRANE, D. Social structure in a group of scientists: a test of the invisible college hipotesis. *American Sociological Review*, 34:345-52, 1969.
- DALE, C. Agricultural research and state intervention. BUSCH, L. *Science and agricultural development*. New Jersey, Allanhed, Osmun and Co. Publishers Inc., 1981.
- DANBOM, D.B. *The resisted revolution*. Ames, Iowa, Iowa State University Press, 1979.
- DILLMAN, D. *Mail and telephone surveys: the total design method*. New York, John Wiley & Sons, 1978.
- ELLUL, J. *La technique: l'enjeu du siecle*. Paris, Librairie Armand Colin, 1954.
- ENGELS, F. *Anti-duhring*. New York, International Publishers, 1976.
- FLINN, W.L. & BUTTEL, F.H. *Sociocultural constraints in technology transfer and adoption*. s.e., s.ed., 1982. Trabalho apresentado na Conferência de Perspectivas Sociais e Econômicas na Transferência de Tecnologia Alimentar para as Nações em Desenvolvimento, na Universidade de Auburn.

- FARNUM, P.; TIMMIS, R. & KULP, J.L. Biotechnology of forest yield. *Science*, 219(4585): 694-702, 1983.
- FRIEDLAND, W.H. Technology in agriculture: labor and the rate of accumulation. In: BUTTEL, F.H. & NEWBY, H. *The rural sociology of the advanced societies*. Montclair N.Y. Allanheld Osmun, 1980.
- FRIEDLAND, W.H. & BARTON, A. *Destalking the wily tomato: a case study in social consequences in California agricultural research*. Davis, University of California, Department of Applied Behavioral Sciences, 1975. (Research Monograph, 15).
- FRIEDLAND, W.H.; BARTON, A. & THOMAS, R.J. *Manufacturing green gold*. New York, Cambridge University Press, 1981.
- FUJIMOTO, I. & FISKE, E. *What research gets done at a land grant college: internal factors at work*. Davis, University of California, Department of Applied Behavioral Science, 1975.
- FUJIMOTO, I. & KOPPER, W. *Outside influences on what research gets done at a land grant school: impact of marketing orders*. s.l., s.ed. 1975. Trabalho apresentado no Encontro da Sociologia Rural.
- GATON, J. The reward system in British science. *American Sociological Review*, 35:718-32, 1970.
- GILFILLAN, S.C. *Inventory the ship*. Chicago, Follet Publishing Co., 1935a.
- GILFILLAN, S.C. *The sociology of invention*. Chicago, Follet Publishing Co., 1935b.
- GRAFF, G. Plant tissue culture. *High Technology*, 2(5):67-77, 1982.
- GRIFFITH, D.R. *Creative potential versus propensity to respond creatively: an analysis of the creative/intelligence distinction and an attempt to enhance creative responding*. Columbus, Ohio, the Ohio State University, 1976. Tese.
- GUILFORD, J.P. Creativity. *American Psychologist*, 5:444-54, 1950.
- GUILFORD, J.P. Creativity: yesterday, today and tomorrow. *The Journal of Creative Behavior*, 1(1):3-14, Winter, 1967.
- GUILFORD, J.P. Intellectual resources and their values as seen by scientists. In: TAYLOR, C. W. & BARRON, F. *Scientific creativity*. New York, John Wiley and Sons Inc., 1963. p.101-18.
- GUILFORD, J.P. *Personality*. New York, McGraw-Hill Book Company Inc., 1959.
- Cad. Dif. Tecnol., Brasflia, 1(3):345-381, set/dez. 1984

PROPOSTA PARA UM PROGRAMA

- GUILFORD, J.P. A psychometric approach to creativity. In: ANDERSON, H.H. **Creativity in childhood and adolescence**. Palo Alto, Science and Behavior Books, 1965.
- HAGE, J. **Theories of organizations**. New York, John Wiley & Sons, 1980.
- HAGSTROM, W.O. Inputs outputs and the prestige of university science departments. **Sociology of Education**, 44:409-19, 1971.
- HAGSTROM, W.O. **The scientific community**. New York, Basic Books Inc., 1965.
- HARSZTHY, A. & SZANTO, L. On the planning activity of research units. In: FARKAS, J. **Sociology of Science and Research**. Budapest, Hungary, 1979.
- HAVELOCK, R.G. **Planning for innovation through dissemination and utilization of knowledge**. Michigan, University of Michigan, 1971.
- HAYAMI, Y. & RUTTAN, V.W. **Agricultural development: an international perspective**. Baltimore, the John Hopkins Press, 1971.
- HESSEN, B. The social and economic roots of Newton's 'principia'. In: _____. **Science at the cross roads**. London, Frank Cass and Co., 1971.
- HICKS, J.R. **The theory of Wages**. London, MacMillan and Co., 1932.
- HIGHTOWER, J. **Hard tomatoes, hard times**. Cambridge, Massachusetts, Schenkman, 1973.
- HODGKIN, L. Politics and physical sciences. **Radical Science Journal**, 4:29-60, 1976.
- JANVRY, A. de. Social structure and biased technical change in Argentina. In: BINSWANGER, H.P. & RUTTAN, V.W. **Induced innovations technology institutions and development**. Baltimore, John Hopkins University Press, 1978. p.297-323.
- JOHNSON, H.G. **Economic policies toward less developed countries**. Washington, The Brookings Institution, 1967.
- JORGENSON, D.W. The development of a dual economy. **Economic Journal**. June 1961.
- KARPIK, L. **Organizations, institutions and history**. In: _____. **Organization and environmental: theory, issues and reality**. London, Sage, Publications, 1978.
- KENNEY, M.; BUTTEL, F.H.; COWAN, J.T. & KLOPPENBURG JUNIOR, J. **Genetic engineering and agriculture: exploring the impacts of biotechnology on industrial structure, industry-university relationships, and the Social Organization of U.S. Agriculture**. Cornell, N.Y., Cornell University, 1983.

- KENNEY, M.; KLOPPENBURG JUNIOR, J.; BUTTEL, F.H. & COWAN, J.T. **Genetic engineering and agriculture: socioeconomic aspects of biotechnology R+ D in developed and developing countries.** In: WORLD CONFERENCE AND EXHIBITION ON THE COMMERCIAL APPLICATIONS AND IMPLICATIONS OF BIOTECHNOLOGY. 1, Paper presented at biotech 83. London, Wembley Conference Centre, 1983.
- KORNHAUSER, W. **Scientists in industry.** Berkeley, University of California Press, 1962.
- KROEBER, A.L. **Configurations of culture growth.** Berkeley, University of California Press, 1944.
- LACY, W.B. **Informal scientific communication in the agricultural sciences.** California, s.ed., 1982b. Trabalho apresentado no Encontro da Sociedade de Sociologia Rural em São Francisco.
- LACY, W.B. Profile of U.S. agricultural scientists in the public sector: analysis of their origins and nature of their work. **The Rural Sociologist**, 2(2):85-9, Mar. 1982a.
- LAWLER III, E.; NADLES, D.A. & CAMMANN, C. **Organizational assessment.** New York, John Wiley and Sons, 1980.
- LEWIS, W.A. Economic development with unlimited supplies of labour. **Manchester School of Economics and Social Studies**, 22:139-91, May 1954.
- LEWONTIN, R. Agricultural research and the penetration of capital. **Science for the People**, 12-7, Jan/Feb. 1982.
- LIONBERGER, H.F. Toward an idealized systems model for generating and utilizing information in modernizing societies. In: CONFERENCE ON KNOWLEDGE UTILIZATION: THEORY AND METHODOLOGY. Proceedings, Honolulu Hawaii Communication Institute, 1982.
- MACCONNEL, G. **The decline of agrarian democracy.** Berkeley, California, University of California Press, 1953.
- MACKINNON, D.W. Personality in the realization of creative potential. **American Psychologist**, 20:273-81, 1965.
- MARCSON, S. **The scientist in american industry.** New York, Harper and Row Publishers, 1960.
- MERTON, R.K. **Social theory and social structure.** Illinois, The Free Press, 1949.
- MERTON, R.K. **The sociology of science.** Chicago, The University of Chicago Press, 1973.
- NAGEL, U.J. Institutionalization of knowledge flows: an analysis of the extension role of two agricultural universities in India. **Quarterly Journal of International Agriculture**, 30 (Special Series), 1979.
- Cad. Dif. Tecnol., Brasília, 1(3):345-381, set/dez. 1984

PROPOSTA PARA UM PROGRAMA

- NOBLE, D.F. *America by design*. New York, Alfred A. Knopf, 1977.
- NOBLE, D.F. Social choice in machine design: The case of automatically controlled machine tools, and a challenge for labor. *Politics and Society*, 8(3/4):313-47, 1978.
- OASA, E. & KOPPEL, B. *The ideology of induced innovation theory and its application to agricultural development*. California, s.ed., 1982. Trabalho apresentado no encontro anual da Sociedade de Sociologia Rural em São Francisco.
- OGBURN, W.F. *Social change with respect to culture and original nature*. New York, The Viking Press, Inc., 1922.
- OGBURN, W.F. & NIMKOFF, M.F. *Sociology*. Cambridge, Massachusetts, The Riverside Press, 1940.
- OGBURN, W.F. & THOMAS, D. Are inventions inevitable? *Political Science Quarterly*, 37: 38-98, 1922.
- OUCHI, W.G. The relationship between organizational structure and organizational control. *Administrative Science Quarterly*, 22:95-133, Mar. 1977.
- OUCHI, W.G. & MACGUIRE, M.A. Organizational control: two functions. *Administrative Science Quarterly*, 20:559-69, Dec. 1975.
- PELZ, D.C. & ANDREWS, F. *Scientists on organizations*. New York, John Wiley, 1966.
- PFEFFER, J. & SALANCIK, G.R. *The external control of organizations: a resource dependence perspective*. New York, Harper and Row, 1978.
- RACHIE, K.O. & LYMAN, J. *Genetic engineering for crop improvement*. New York, Rockefeller Foundation, 1981.
- RANIS, G. & FEI, J.C.H. A theory of economic development. *American Economic Review*, 51:533-65, Sept. 1961.
- ROGERS, C.R. Toward a theory of creativity. In: HOLSINGER, R. et al. *The creative encounter*. Glenview, Scott, Foresman and Company, 1971.
- ROGERS, E.M. & SHOEMAKER, F. *Communication of innovations*. New York, The Free Press, 1971.
- ROSENBERG, N. The directions of technological change: inducement mechanisms and focusing devices. In: _____. *Perspective in Technology*. Cambridge, Cambridge University Press, 1976.

- RUTTAN, V.W. Usher and Schumpeter on invention, innovation and technological change. *The Quarterly Journal of Economics*, 73 (4):596-605, Nov. 1959.
- RUTTAN, V.W.; BINSWANGER, H.P.; HAYAMI, Y.; MADE, W.W. & WEBER, A. Factor productivity and growth: a historical interpretation. In: BINSWANGER, H.P.; RUTTAN, V.W. et al. *Induced innovation: technology, institutions and development*. Baltimore, John Hopkins University Press, 1978. p.44-87.
- SALTER, W.E.G. *Productivity and technical change*. Cambridge, Cambridge University Press, 1966.
- SANDERS, J.H. & RUTTAN, V.W. Biased choice of technology in Brazilian agriculture. In: BINSWANGER, H.P. & RUTTAN, V.W. *Induced innovation: technology, institutions and development*. Baltimore, John Hopkins University Press, 1978. p.276-98.
- SCHMOOKLER, J. *Invention and economic growth*. Cambridge, Harvard University Press, 1966.
- SCHULTZ, T.W. *Economic growth and agriculture*. New York, McGraw-Hill Book Co., 1968.
- SCHUMPETER, J.A. *Business cycles*. New York, McGraw-Hill, 1939. v.1.
- SCHUMPETER, J.A. *The theory of economic development*. Cambridge, Harvard University Press, 1949.
- SEN, A. *Employment technology and development*. Oxford, Clarendon Press, 1975.
- SHEPARD, J.F.; BIDNEY, D.; BARSBY, T. & KEMBLE, R. Genetic transfer in plants through interspecific protoplast fusion. *Science*, 219(4585):683-8, 1983.
- SKLAIR, L. *Organized knowledge*. London, Paladin, 1973.
- SKOCPOL, T. *Political response to capitalist crises: neo-marxist theories of the state and the case of the new deal*. Toronto, University of Toronto and McMaster University, 1979. (Working Paper Series, 8).
- SOHN - RETHEL, A. Science as alienated consciousness. *Radical Science Journal*, 2/3:65-101, 1975.
- SOUSA, I.S.F. de *Accumulation of capital and agricultural research technology: a Brazilian case study*. Columbus, Ohio, The Ohio State University, 1980. Tese Doutorado.
- STEIN, M.I. A transitional approach to creativity. In: TAYLOR, C.W. & BARRON, F. *Scientific creativity*. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1963.
- STORER, N.W. *The social system of science*. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1966.
- Cad. Dif. Tecnol., Brasília, 1(3):345-381, set/dez. 1984

- SWATEZ, G.M. The social organization of a university laboratory *Minerva*, 8(1):1970.
- TAUSSIG, M. Peasant economics and the development of capitalist agriculture in the Cauca Valley, Columbia. *Latin America Perspectives*, 5:62-91, Summer, 1978.
- THERBORN, G. *What does the ruling class do when it rules?* London, New Left Books, 1978.
- THOMAS, R.J. The social organization of industrial agriculture. *The insurgent sociologist*, 10(3):5-20, Winter, 1981.
- USHER, A.P. *A history of mechanical inventions*. Cambridge, Harvard University Press, 1954.
- VANDERMEER, J. Science and class conflict: the role of agricultural research in the midwestern tomato industry. In: ROWE, W.L. *Studies in labor theory and practice*. Minneapolis, Marxist Educational Press, 1982. p.41-57.
- VAN DE VEN, A.H. & FERRY, D. *Measuring and assessing organizations*. New York, John Wiley and Sons, 1980.
- VARGA, K. Action research in a research and development organization. In: FARKAS, J. *Sociology of science and research*. Budapest, Hungary, 1979.
- VROOM, V.H. *Methods of organizational research*. s.l., University of Pittsburgh Press, 1967.
- WALLAS, G. *The art of thought*. New York, Harcourt, Brace, 1926.
- ZUCKERMAN, H. Nobel Laureates in science: patterns of productivity collaboration and authorship. *American Sociological Review*, 32:391-403, 1967.