

PESQUISANDO PARA UMA SOCIEDADE FAMINTA: ATÉ QUANDO?

José Norberto Muniz⁽¹⁾

RESUMO

O artigo focaliza a pesquisa transgênica como um dos componentes do sistema de C&T. Essa opção temática acrescenta outras questões ao assunto, usualmente não abordadas por estudiosos e gestores em C&T. A mais importante é a demonstração da dependência dessas pesquisas das tecnologias da informação. Para o Brasil, este fato torna o seu sistema mais vulnerável, devido aos seguintes aspectos: intensificam-se as pesquisas de rotinas exploratórias e descritivas, altamente dependentes da velocidade e capacidade de equipamentos, que criam uma rede de trabalho intelectual desigual em escala mundial, visando apenas à disponibilidade de informações. Devido às características do processo de pesquisa transgênica, o objetivo é apresentar fundamentos diferenciados para que os gestores possam decidir por um sistema de C&T nacional fortalecido. **Palavras-chave:** tecnologia de informação, sistema de C&T, fortalecimento institucional.

RESEARCH FOR A HUNGRY SOCIETY: UNTIL WHEN?

ABSTRACT

This article stresses the research of transgenic organisms as a component of S&T system. This approach allows consideration of additional aspects usually neglected by scientists, planners and managers. The most important is the research dependency on informational technologies. In Brazil, this fact makes the S&T system vulnerable in relation to the following aspects: the research becomes routine highly dependent on velocity and capacity of available tools (laboratory equipment) that creates a network of research with inherent inequalities on a world wide bases aiming mainly to provide information, exploring and describing data, without intellectual challenges. Due to the transgenic research characteristics, the major goal is to present the new research constraints that the managers must consider in order to strength the national S&T system.

Key-words: information technology, S&T system, institutional strengthening .

INTRODUÇÃO

Uma das principais características da ciência contemporânea é que ela está, explicitamente, sob a análise e o julgamento dos fatores externos a ela. Não é preciso enumerar publicações e autores para se chegar a essa obviedade. O

⁽¹⁾ Soc., Ph. D., Depto. de Economia Rural/Universidade Federal de Viçosa. 36.570-000 – Viçosa, MG.
E-mail: nmuniz@mail.ufv.br

importante dessa tendência é utilizá-la para compreender as conseqüências dessa determinação externa e não interna, pois, como se propõe neste artigo, ela afasta, como tem afastado ao longo da experiência brasileira em ciência e tecnologia, a identificação dos obstáculos efetivos ao seu desenvolvimento. A ilustração das oportunidades que se abrem à pesquisa agrícola sobre o seqüenciamento genético, implicando a criação de espécies transgênicas de importância econômica, é extremamente oportuna, mostrando como o sistema de C&T é estruturado no País pela dimensão unilateral de tecnologia.

O objetivo do artigo, ao discutir a dimensão tecnológica desse sistema, é evidenciar as lacunas abertas àqueles que gerenciam e estudam o sistema de C&T por negligenciarem as características do capitalismo fundamentado no modelo de desenvolvimento informacional. Portanto, analisar e interpretar a pesquisa transgênica requer o afastamento das pré-noções sobre o sistema de C&T, tematizando o processo de pesquisa pelas tecnologias que geram conhecimento e informação e não simplesmente pelos produtos esperados desse processo.

DOS FATORES DICOTÔMICOS

A identificação dos fatores ou simplesmente obstáculos que determinam o progresso do conhecimento científico sempre despertou o interesse de cientistas, filósofos e gestores. Historicamente, esse interesse tem-se apresentado de forma seqüencial, iniciando-se pelos filósofos e culminando nos gestores, como se infere da proposição de Levine (1989). Para esse autor, as empresas de biotecnologia, na década de oitenta, fizeram uma grande descoberta: sem um astuto administrador, as empresas não venderiam os produtos potencialmente comercializados. O sucesso da empresa estaria não na obtenção do produto, mas em comercializá-lo.

A pesquisa biotecnológica se transforma em empresa, o que, a partir da década de 80, desmistifica a natureza tanto dos fatores internos quanto dos externos que condicionam o desenvolvimento do conhecimento científico. As pesquisas passam a ser orientadas pelas leis de apropriação derivadas do mercado, mas que só se expressam intensamente a partir da segunda revolução biotecnológica, devido às próprias características do processo de pesquisa.

Mais especificamente, com a primeira revolução biológica, também conhecida como Revolução Verde, a pesquisa agropecuária tinha como objetivo

explícito gerar produtos direcionados para o sistema produtivo, em especial para o produtor rural. Procurava-se desenvolver traços nas plantas que pudessem beneficiar, segundo proposição dos pesquisadores, o produtor rural, ao mesmo tempo em que tornava possível reduzir a fome da população e alimentar os animais. Era o caso típico do milho, por exemplo. Além disso, era ventilada a possibilidade de investigar outros traços importantes nas culturas, os quais fortaleciam a produtividade agrícola. Para exemplificar, esses traços consistiam em variedades resistentes à estiagem, variedades que respondiam à aplicação de adubos, que respondiam à irrigação, eram resistentes às pragas etc., permitindo o desenvolvimento das indústrias de insumos e de processamento vinculadas ao setor agropecuário, com a participação do Estado na formulação de políticas públicas que subsidiassem essas atividades.

Para alcançar os objetivos delineados pelos programas de melhoramento, o processo de pesquisa envolvia a identificação de linhagens, cruzamento entre linhagens, cruzamentos duplos para a obtenção dos híbridos, dentre outros. Trabalhava-se com as plantas como um todo, e concentravam as pesquisas em algumas culturas, como o arroz, o milho e o trigo, nas quais havia a intensa participação da pesquisa pública no desenvolvimento das linhagens, na obtenção de alguns híbridos e na difusão da tecnologia para o produtor rural. A proteção intelectual das descobertas era institucionalmente incipiente, pois havia o segredo no cruzamento entre as linhagens.

A pesquisa requeria o conhecimento do processo tradicional de melhoramento, com a remoção dos germoplasmas das variedades tradicionais que eram substituídas pelos híbridos. As pesquisas conduzidas com base nessa proposta de melhoramento, apesar das interpretações críticas apresentadas sobre os impactos dos seus resultados, como salienta (Cleaver Jr., 1972), permitiram estabelecer a dependência da população mundial sobre 29 espécies de plantas como fontes de calorias e proteínas, apesar da catalogação de que mais de 3.000 espécies têm sido utilizadas pela população nas diferentes partes do mundo (Borlaug, 1983). Há, pelos métodos tradicionais utilizados no melhoramento das plantas, uma relação socioeconomicamente construída de dependência alimentar da sociedade concentrada num número restrito de plantas, as quais estariam dependentes de uma biodiversidade ainda a ser explorada. Portanto, em termos de pesquisa, como admitia Borlaug, em 1983, havia muito a ser feito na utilização do método tradicional de melhoramento. Para reforçar essa proposição, o líder da Revolução Verde admitia ter identificado um número de

espécies nativas com maior potencialidade à resistência a determinadas doenças e insetos e à tolerância a salinidade, temperatura e umidade do que existia nos germoplasmas das principais plantas cultivadas. O fronte alimentar estaria, portanto, ainda na dependência do melhoramento convencional, apesar do desenvolvimento das novas técnicas, como a cultura de tecidos e a engenharia genética.

Isto evidencia que a mudança no processo de pesquisa que emprega essas novas técnicas no melhoramento genético não se constitui em questões teóricas ou em anomalias e crises identificadas na revolução da ciência, conforme o paradigma kuhniano. Muito menos pairam dúvidas sobre o conjunto de hipóteses, seja sobre o núcleo firme ou sobre o cinturão protetor dos programas de pesquisas propostos, conforme proposição lakatosiana. A justificativa ainda se pauta nas características dos mesmos produtos. Conforme é evidenciado por Castells (2000), a inovação é de processo e não de produto, com as seguintes implicações: o objeto de estudo passa a ser todas as culturas, incluindo legumes, frutas, culturas de exportação e especiarias, bem como produtos farmacêuticos, alimentos industrializados e energia. A base da técnica de alimentos geneticamente modificados é a mesma das terapias genéticas na medicina. Com essas alternativas de produtos, há a participação intensiva do setor privado, envolvendo as multinacionais, e a emergência de firmas novas de pesquisadores, o que passa a requerer a institucionalização da propriedade para os produtos gerados pela pesquisa.

É uma etapa mais complexa de inserção da ciência e tecnologia na sociedade, que implica a diluição dos limites entre fatores internos e externos associados ao desenvolvimento da ciência. Entretanto, a apreensão adequada dessa etapa ainda continua obscura para a maioria dos estudiosos e gestores da ciência e da tecnologia, o que coloca o sistema de C&T do país em uma situação de dependência constante.

Nada mais ilustrativo, atualmente, do que a pesquisa sobre os transgênicos. Pelas publicações de acesso mais fácil à sociedade, tem-se a apresentação das pesquisas sobre o milho, a soja, o arroz, o algodão, a batata, a cana-de-açúcar e o tomate, onde se evidenciam os impactos da alteração desses produtos na alimentação humana e animal. É a abertura para uma discussão centrada no produto final, mas que deve ser iniciada por uma etapa da pesquisa que consiste na identificação e localização de genes com traços que são, do ponto de vista

das empresas, importantes. Inicialmente, a definição de traços importantes é dúbia, pois, ao mesmo tempo em que se ressalta a solução da fome no mundo, tem-se a sua redefinição pelas empresas que atuam no mercado. Assim, a soja geneticamente modificada reduz a aplicação de vários herbicidas que controlam o mato. A planta que, na Revolução Verde, era resistente à praga, passa, sob a pesquisa transgênica, a ser resistente ao herbicida. O herbicida aplicado destrói tudo, menos a planta. Portanto, adquirir semente de uma empresa, implica empregar, necessariamente, todos os produtos daquela empresa na fase de desenvolvimento da planta.

É uma perspectiva de melhoramento em que a inserção de uma seqüência de genes pode advir de uma planta diferente ou de uma espécie completamente diferente. O objetivo da pesquisa é mais específico, obtido em um período de tempo mais curto, uma vez que há tecnologias transgênicas para a seleção de traços específicos. Esta tecnologia permite identificar e isolar genes, controlando as características do organismo, introduzindo cópias dos genes em um outro organismo totalmente diferente, o qual irá assimilar as características identificadas. Assim, além da identificação dos genes, há a necessidade de pesquisas públicas e privadas sobre tecnologias que permitem seqüenciar e determinar as funções dos genes.

Diferentemente de outras fases da pesquisa sobre o melhoramento de plantas, a atual depende de maneira integral das tecnologias e das ferramentas. São elas, conforme o Notícias Fapesp – Encarte Especial (1999:1), que permitem o estudo, fora da célula, da “... muito complexa maquinaria bioquímica que rege as interações entre moléculas – notadamente, as que envolvem os ácidos nucléicos e as proteínas – e de pretender intervir para modificá-la”. Para Hood (1999), as duas descobertas mais excitantes na Biologia foram técnicas, consistindo do seqüenciador automático de DNA e dos chips de DNA. A primeira permitiu terminar o projeto genoma humano antes do que se pensava, em termos de tempo, e, a segunda, olhar a informação expressa numa célula. Na realidade, aquela redução do projeto genoma, em termos de tempo, está vinculada à associação de duas empresas, a Celera, de pesquisa, e a Perkin Elmer, empresa conhecida como uma das duas mais importantes na fabricação de seqüenciadores automáticos. Com essa associação, acirrou-se a disputa pela conclusão, mais rápida, do seqüenciamento do genoma, pois o controle sobre as informações genéticas passa a ser o fator determinante da disputa científica.

Essa preocupação é nítida no caso da decodificação do genoma completo do arroz (*Oryza sativa*) por parte das empresas Syngenta, da Suíça, e Myriad Genetics, dos Estados Unidos (Folha de São Paulo, 2001). O arroz é a primeira planta comercial a ter transcrita a seqüência de DNA. O uso desses resultados está condicionado às restrições feitas aos cientistas, e serão vendidos às empresas de biotecnologia. O interessante é que a Syngenta, resultante da fusão entre os setores agrícolas da Novartis e AstraZeneca, é, atualmente, a maior empresa de defensivos agrícolas no mundo e a terceira mais importante que desenvolve sementes de importância comercial (Folha de São Paulo, 2001). Apesar de justificar a decodificação pela possibilidade de prevenir a cegueira de crianças no Terceiro Mundo, evidenciando que a pesquisa beneficia parte da população subdesenvolvida, ainda não há conhecimento da função de 20% dos genes, num total de 50 mil genes em 12 cromossomas, formando 430 milhões de pares de bases (Folha de São Paulo, 2001).

Isto, entretanto, não é apenas em relação ao seqüenciamento do arroz, mas ao das bactérias, das pragas etc. Parece que o futuro da ciência é, para alguns, exatamente o seqüenciamento, deixando-se a posteriori, para que servem os genes identificados, ou mesmo, procurando justificar esta etapa de pesquisa pelas projeções de pesquisas sobre genoma comparativo e desenvolvimento de novos produtos para as indústrias. O aspecto preocupante, em termos de um componente do sistema de C&T, é que nas atividades que fundamentam o seqüenciamento "... prevalece uma rotina laboratorial que cada vez mais independe do pesquisador" (Rumjanek, 2000:12). O investimento em laboratórios, equipamentos e materiais permite a obtenção de um grande banco de dados, que, teoricamente, torna tudo possível, sem nenhum investimento em capacitação intelectual e fortalecimento institucional.

Existem, como foi evidenciado, dois erros que parecem consolidar a construção dos procedimentos científicos: a sua justificativa por valores agregados à sociedade, como a fome, e a vinculação à disponibilidade de dados. Tem-se, por meio do seqüenciamento, uma grande biblioteca de informações ou um extenso censo com informações a serem exploradas. Pelos prognósticos, será uma tarefa quase que infundável, tanto a sua interpretação quanto a geração de novos dados, com implicações muito dramáticas para as atividades rotineiras de geração de informações. Primeiro, as empresas produtoras desses equipamentos se localizam nos países desenvolvidos, impondo ao sistema

nacional de C&T uma relação de dependência; segundo, o sistema de importação tem privilegiado grupos de pesquisas nacionais localizados em áreas mais desenvolvidas do país; terceiro, a atividade científica passa a ser fundamentalmente exploratória e descritiva; quarto, o vínculo com as empresas é determinante na identificação dos seqüenciamentos necessários e relevantes; e, quinto, a dimensão do ensino e a conseqüente formação da massa crítica são apresentados como dissociados de todo o processo de conhecer. Com base nestas implicações, decorrentes das proposições anteriormente apresentadas, passa-se a repensar a relação entre a pesquisa genômica e o sistema de C&T, especialmente o agrário, nacional.

O SISTEMA DE C&T

O sistema de C&T pode ser descrito, conforme o Ministério da Ciência e da Tecnologia (1993), por meio de entidades, políticas, indicadores e programas. Esses elementos, direcionados, fundamentalmente, para o setor produtivo empresarial privado, vinculam a temática sobre C&T ao desenvolvimento, induzindo à predominância da noção de pesquisa e desenvolvimento (P&D) sobre qualquer outro tipo de pesquisa. É a ênfase sobre a ciência fundamentada na tecnologia, identificando-se, no caso da agricultura, sempre uma alternativa para amenizar a questão da alimentação.

Vinculada ao sistema de C&T, a pesquisa genômica valida algumas proposições, que são: a proposição tecnológica em termos de um programa de seqüenciamento, o qual está associado aos objetivos das empresas, sobretudo, mas, como foi demonstrado anteriormente, está na dependência de uma forte estrutura laboratorial, com a participação de laboratórios públicos e privados de pesquisas, com objetivos de disponibilizar resultados. Como programa de financiamento de pesquisa, somente a Fapesp – Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo – apresenta uma proposição definida, envolvendo laboratórios paulistas que participam dos seqüenciamentos do genoma *Xylella*, do genoma humano do câncer, do genoma da cana-de-açúcar e do genoma *Xanthomonas citri*. As demais propostas institucionais de investigação são vinculadas às empresas ou são iniciativas isoladas que instalam os pesquisadores no modismo dos seqüenciamentos.

O suficiente, entre os elementos constituintes do sistema de C&T, consiste na existência das políticas de recursos financeiros, sem se preocupar com a

rede de interações que o processo de pesquisa envolve, limitando, como pode ser inferido das proposições anteriores, a constituição de um sistema de P&D ofensivo e inovador. Considerando-se que o sistema de C&T passa a ser enfatizado pelo segmento tecnológico, muda-se, teoricamente, dos modos de produção (como capitalismo, por exemplo) para os modos de desenvolvimento, o qual, para Castells (2000), se constitui, no momento, no informacionalismo. Para esse autor, o informacionalismo é moldado pela reestruturação do modo capitalista de produção, que ocorre no final do século passado. “No novo modo informacional de desenvolvimento, a fonte de produtividade acha-se na tecnologia de geração de conhecimentos, de processamento da informação e de comunicação de símbolos” (Castells, 2000:35). É a partir dos seqüenciadores automáticos com tubos capilares, por exemplo, que será possível acelerar a leitura dos milhões de pares de bases em um ano. Em outros termos, há equipamentos necessários para a execução da pesquisa genômica, os quais não foram, ainda, concebidos como elementos componentes do sistema de C&T brasileiro.

Quais as tecnologias de geração de conhecimento e de informação que o país está capacitado ou possui potencialidade para desenvolver? Para Mateus (2000), o Brasil não fica muito a dever para os países industrializados nas pesquisas sobre os softwares e os ambientes criados, mas quanto ao hardware, todo o material é importado. Entre as tecnologias de informação, Castells (2000) inclui, além da computação, a microeletrônica, a telecomunicações/radiodifusão, a optoeletrônica e a engenharia genética. A justificativa para incluir a engenharia genética é porque, decodifica, ela manipula e reprograma códigos de informação da matéria viva, resultado da interação teórica e técnica entre a biologia, a eletrônica e a informática.

O que um sistema de C&T requer, portanto, não é simplesmente a priorização tecnológica vinculada ao sistema produtivo da fazenda. Procurou-se mostrar neste artigo que esta concepção é ilusória e falaciosa em termos dos princípios que passam a sustentar os modelos de desenvolvimento, no caso em questão, o informacional. Este é o principal obstáculo para os gestores em C&T, que passa a ser reforçado pela própria concepção simplificada, tanto do processo de pesquisa quanto da inserção do processo de pesquisa em um sistema de C&T.

O que se advoga é que há, no desenvolvimento informacional, a nítida separação entre ciência e tecnologia, e que a constituição da primeira não é a condição suficiente para a geração da segunda. As fontes de conhecimento

tecnológico decorrem da possibilidade de aplicação da tecnologia de geração e processamento da informação. Evidentemente, são essas tecnologias que poderão determinar a produtividade ou a redução de custos de produção, como se justifica pelas inserções das pesquisas nos seqüenciamentos de bactérias, por exemplo. Entretanto, essa produção não é resultado da aplicação imediata das tecnologias de informação. Por isso, o produto pesquisado em um sistema de C&T tradicional é a soja transgênica, mas a inovação maior está na tecnologia que gerou as informações necessárias para a obtenção desse produto. Apoiar-se nessa concepção inovadora será a alternativa para a institucionalização de um sistema de C&T ousado e independente.

Caso contrário, há a tendência de continuar investindo nos parâmetros clássicos que estruturam o sistema de C&T, especialmente a requisição da comunidade científica, em geral, de mais verbas para laboratórios, bibliotecas, treinamento, salários etc., com a pressuposição de que as alternativas tecnológicas irão emergir de forma natural e o desenvolvimento ocorrerá como conseqüência.

É essa disposição tradicional que unifica a temática em torno da ciência, em que ela se reifica quanto à sua possibilidade de solucionar problemas de forma utilitária. Por isso, as alternativas mais adequadas somente poderão ocorrer se nos afastarmos dessa unicidade, invertendo a temática por meio da identificação de outros pressupostos que fundamentam a relação ciência e tecnologia. Teoricamente, Ihde (1986), que se baseia em Heidegger, propõe que a ciência é um a priori tecnológico, que se estrutura em conformidade com essas necessidades e premissas. Nessa perspectiva, a alternativa de pesquisa pelo seqüenciamento dos genomas não emerge dos novos problemas apresentados pela natureza, mas é determinada pela nova ordem socioeconômica. Desse modo, o “mapeamento” do conhecimento decorre da perspectiva dos países desenvolvidos (Goonatilake, 1984), limitando os cientistas a paradigmas específicos, detectando problemas incoerentes com a realidade, impondo sistemas de recompensas e respondendo a questões técnicas dissociadas do processo histórico nacional e de iniciativas localizadas.

É o investimento intensivo em capital para a geração de dados moleculares, mas com valor comercial estratégico, conforme determinado pelas indústrias farmacêuticas, agroquímicas, químicas e de sementes, todas com sede nos países desenvolvidos. O acesso às informações é, para algumas delas, até possível, há

o interesse de que a pesquisa, especialmente a pública, forneça, sem custos, o mapa genético necessário para que as empresas de sementes dos países industrializados possam adicionar novas características, como resistência ao herbicida da Monsanto, que é de alto valor comercial (Goldstein, 1995). Para esse autor, a pobreza não tem a sua base na genética, e o projeto genoma não aborda os problemas sociais e políticos. Pelo contrário, por meio das tecnologias de informação e de processamento será possível aprofundar as desigualdades e a estrutura de poder entre as sociedades. Portanto, a questão continua sendo identificar quais os segmentos e as estruturas que serão reforçados competitivamente por meio dessas inovações, e como a política científica, em especial aquela voltada para os projetos genomas, pode se constituir em um mecanismo de distribuição de recompensas, se é que esta pode ser considerada como uma hipótese, a priori, plausível.

Não se deve esquecer que as pesquisas desenvolvidas sob o rótulo de biotecnológicas podem ocorrer sob diferentes graus de complexidade e de investimento. Pode-se, dependendo dos investimentos, estimular a pesquisa avançada em biologia molecular ou concentrar a pesquisa em unidades baratas de cultivo de tecidos vegetais ou ainda propagação clonal de uma espécie de cultivo comestível (Mayor, 1992). Mesmo atrelando essas pesquisas a um sistema de C&T, ou de P&D, ou ainda rotulando-as de biotecnológicas, não há expressão nenhuma sobre a capacitação tecnológica de um país. Pelo que se observa, a trágica circunstância é que, sendo a estrutura do conhecimento científico fundamentada em tecnologias, há o grande risco, como admite Teixeira (1983), de o desenvolvimento da pesquisa biotecnológica ser dependente e/ou tradicional, sem preocupação com a liderança técnica e de mercado. Por isso, a capacitação tecnológica requerer, inicialmente, que a estratégia de pesquisa se oriente sob os princípios de um sistema de P&D inovador, caso contrário, a orientação reinante irá aprofundar ainda mais o estágio de subdesenvolvimento do País.

OS AVANÇOS NA GESTÃO EM C&T

Inegavelmente, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa – tem-se constituído no exemplo institucional de gestão em C&T. Ela está sendo mais ágil e dinâmica do que as universidades e institutos de pesquisa,

fortalecendo-se pelo planejamento e pela administração estratégica. Nessa trajetória, a Empresa assume a investigação agropecuária em termos de P&D, priorizando as demandas de clientes, usuários e beneficiários da pesquisa, e procurando gerar conhecimentos atrelados às necessidades econômicas e sociais (Embrapa, 1993).

Entretanto, apesar de inovadora, a proposta torna-se vulnerável pela fundamentação em princípios criticados anteriormente. Isto é, a proposta continua baseando-se na dicotomia entre ciência e tecnologia como seu produto e no fato de que a ciência e a tecnologia devem eliminar a fome, as doenças e melhorar as condições de vida dos produtores rurais, sem, entretanto, aprofundar as indagações sobre as suas causas. Por isso, a reprodução institucional, mediante P&D, continua com a vinculação da pesquisa agropecuária à tecnologia, mas com forte determinismo das empresas. Por exemplo, contrário à hipótese de Ripardo & Murakawa (2000), não se acredita que a Embrapa esteja favorecendo a Monsanto por utilizar seus laboratórios e pesquisadores para adaptarem as cultivares de soja ao herbicida da referida empresa. Pelo contrário, a pesquisa adaptativa é a característica mais forte das atividades de pesquisas nos países em desenvolvimento. Isto tem-se constituído em uma rotina de pesquisa ao longo dos anos. O que muda, aparentemente, e aí está a reação da sociedade, é que a semente é transgênica, um componente diferente em um antigo produto, mas com maiores impactos sobre a estrutura dependente do desenvolvimento do país.

Para a gestão em C&T, há a necessidade da compreensão da intrincada rede sobre a qual se institucionaliza, a partir das empresas, a importância tecnológica. Afastar-se da compreensão do modo de desenvolvimento informacional é um risco extremamente grande, pois se perde a capacidade de apreender as mudanças, as quais determinam a reconfiguração das instituições, das empresas e das interações entre instituições e empresas. Identificar que as mudanças ocorrem na área tecnológica não é suficiente. O importante é apreender como elas ocorrem e como colocar a gestão do sistema de C&T em função da natureza dessa ocorrência. É a gestão da interdependência entre os componentes do sistema de C&T com os seus componentes e com outros sistemas, especialmente na sua inserção como o condutor principal do desenvolvimento. Sob esse prisma, nota-se que a gestão em C&T pode ter-se modernizado, mas não é inovadora.

CONCLUSÃO

A exposição apresentada confirma a proposição de que o sistema de C&T passa a ser mais compreensivo pelo processo de pesquisa. A fase atual da pesquisa transgênica é, comparando-se com as demais fases que envolveram a pesquisa agropecuária, a mais ilustrativa, fornecendo inúmeros exemplos e indicando problemas que devem ser repensados pelos gestores em C&T.

O aspecto importante é que ao enquadrar a pesquisa transgênica em termos do sistema de C&T apreende-se mais adequadamente o papel da dimensão tecnológica e não da sua base científica. O sistema passa a se caracterizar pela assimilação de tecnologias que geram informações, sendo determinado pelo modo de desenvolvimento informacional. Uma tecnologia não é o simples produto de um sistema que se apresenta, mas o sistema é constituído por vários componentes, entre os quais está o tecnológico que gera, que produz, que requer capacitação de pesquisadores e de uma superestrutura de instituições de financiamento e de políticas. Aprender o conjunto, forçar as concepções e decisões em termos dos processos interativos passa a ser, na era do seqüenciamento genético, um requisito fundamental para o gestor e para o cientista pesquisador. Contentar-se em organizar-se para realizar seqüenciamentos, esperar pelas indicações de bactérias com valores de mercado, aceitar instalar-se cada vez mais em frente dos monitores, onde a intelectualidade passa a ser cada vez menos requerida nos seqüenciamentos dos genomas, é apenas acompanhar o desfile científico. O importante é desfilar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORLAUG, N. E. Contributions of Conventional Plant Breeding to Food Production. **Science**, v.219, p. 689-693, Feb. 1983.

EMBRAPA. **O enfoque de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e sua implementação na Embrapa**. Brasília: Embrapa, Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, 1993.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

CLEVEAR JR., H. M. The contradictions of the Green Revolution. **Monthly Review**, v. 24, p.80-111, June 1972.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Folha CIÊNCIA**, A4, 27 de Janeiro, 2001.

GOLDSTEIN, J. D. Third world biotechnology, Latin American Development, and the Foreign Debt Problem. In: PERITORE, N. P.; GALVE-PERITORE, A. K. (Org.). **Biotechnology in Latin America**. Politics, impacts and risks. Delaware: S. R. Books. 1995. 229 p.

GOONATILAKE, S. **Aborted discovery**. Science & creativity in the Third World. London: Zed. Books, 1984. 191 p.

HOOD, L. A biologia tornou-se informação. **Notícias FAPESP 43**. Encarte Especial: Genoma Humano, Biologia a ciência do século 21. jun. 1999.

IHDE, D. **Technics and praxis**. Boston: D. Reidel Publishing Co, 1986.

LEVINE, R. Biotech firms seek balance of business and science. **Management Review**, p. 32-26, July 1989.

MATEUS, G. R. Tudo se moverá (entrevista). **Ciência Hoje**, v. 27, n. 158, p. 6-10, 2000.

MAYOR, F. As biotecnologias no começo dos anos 90: êxitos, perspectivas e desafios. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 6, n.16, p. 7-28, 1992.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA. **Sistema de C&T do Brasil**. Brasília: IBICT, 1983.

NOTÍCIAS FAPESPE 43. **Encarte Especial**: Genoma Humano: biologia, a ciência do século 21. jun. 1999.

RIPARDO, S.; MURAKAWA, F. E. Pesquisa da Embrapa favorece a Monsanto. **Folha de São Paulo**, AGROFOLHA, 18 de julho, 2000.

RUMJANEK, F. D. O 22 já foi, só faltam 22. **Ciência Hoje**, v.27, n.158, p. 11-12, 2000.

TEIXEIRA, D. S. Pesquisa, desenvolvimento experimental e inovação industrial: motivações da empresa privada e incentivos do setor público. In: MARCOVITCH, J. (Coord.). **Administração em ciência e tecnologia**. São Paulo. Editora Edgard Blucher Ltda., 1983.

