

AS REDES SÓCIO-TÉCNICAS DE BIOTECNOLOGIA

Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro¹

RESUMO:

O trabalho abordará resultados de uma pesquisa realizada para o MCT, em 2001, envolvendo inúmeras instituições públicas e privadas ligadas à atividade de produção biotecnológica no País. São destacados os aspectos que configuram o fenômeno das redes sócio-técnicas no exame da prática biotecnológica, a partir dos fundamentos conceituais e metodológicos introduzidos, especialmente pela chamada abordagem “construtivista” da sociologia da ciência, como nos trabalhos de Bruno Latour, Karin Knorr-Cetina, Michel Callon e Steve Woolgar. À luz do referencial teórico abordado por esses autores e pelas discussões a respeito do “novo modo de produção do conhecimento”, são examinados, por exemplo, a formação das “redes genômicas no País, a interação universidade-empresa, o papel das novas empresas de biotecnologia e o movimento conhecido como “spin off”, e o surgimento de novas formas de hegemonia e relações de poder nas redes biotecnológicas. Toda a argumentação é ilustrada com depoimentos de pesquisadores e empresários, o que aponta para um cenário com muitas possibilidades de interação, mas, igualmente, repleto de tensões e bloqueios de comunicação.

Palavras-chave:

redes sócio-técnicas, biotecnologia, sociologia da ciência.

INTRODUÇÃO

Uma primeira idéia que salta aos olhos quando se analisa a prática biotecnológica, e todo o conjunto de protagonistas e relações estabelecidas entre eles, é o caráter eminentemente articulado das várias atividades desenvolvidas. São inúmeras redes de trabalho que se recortam e se superpõem em imbricados processos, interesses, conflitos, demandas e expectativas de interação. Este é, no entender do presente estudo, o caráter mais distintivo da prática biotecnológica²: a sua inequívoca configuração de redes.

¹ Sociólogo, mestre e doutor em sociologia, professor do Departamento de Sociologia da UnB, Professor visitante no DPCT/Unicamp.

² A noção de prática biotecnológica significa, em termos gerais, o complexo científico-tecnológico-industrial que envolve um conjunto amplo de atividades relacionadas visando à obtenção de produtos e processos biológicos para aplicação industrial e

A esse respeito não se está referindo apenas às redes que se apresentam, explicitamente, como tais, a exemplo da rede genômica ou da rede ONSA (Organization for Nucleotide sequencing and analysis), dentre tantas outras, mas quer-se ressaltar que, de modo geral, sejam assim designadas ou não, as atividades biotecnológicas constituem-se, fundamentalmente, em fenômenos de redes; ou seja, em "sistemas de arquitetura aberta". Tais sistemas se apresentam como práticas sociais complexas, compondo múltiplas articulações inter-organizacionais, com fronteiras não muito delimitadas no âmbito de cada unidade organizacional, sistemas normativos altamente instáveis e muito dinâmicos, e trocas intensas entre vários pontos, conexões e atores componentes das redes (CALLON, 1989; CALLON & LATOUR, 1991).

Ao se pensar a prática biotecnológica como um fenômeno de redes, pretende-se insistir em diferentes tipos de atores conectados entre si e possibilitando ampla variedade de trocas. Assim, grandes cadeias de indústrias são responsáveis pelo fornecimento de insumos, equipamentos e recursos tecnológicos indispensáveis à prática biotecnológica – à montante do processo de pesquisa ; cientistas, empresários, técnicos e estudantes das mais distintas formações e perfis acadêmicos atuam na transformação de insumos e conhecimentos em produtos, processos e novos resultados biotecnológicos; e outro conjunto bem diversificado de indústrias e interesses comerciais e científicos utiliza tais resultados, gerando produtos de grande interesse prático – econômico e social, atingindo vários outros setores da sociedade, consumidores, governantes e o público em geral (TRIGUEIRO, 2002).

Esses fatos ficam bem evidentes ao se examinarem os dados disponíveis sobre a atividade biotecnológica contemporânea, ilustrando o quanto é complexo discutir políticas para a área, especialmente formular abordagens específicas de avaliação.

produção em larga escala e sua conseqüente comercialização; e também significa atividades consideradas artesanais, desenvolvidas por comunidades locais. Ambas as atividades obedecem a procedimentos distintos e objetivos específicos, e envolvem pesquisadores, empresários e dirigentes de órgãos públicos, ou mesmo políticos, na formulação de leis, voltadas à regulação de cada uma dessas atividades, grupos indígenas, e várias comunidades.

OS AGENTES DA ÁREA DE BIOTECNOLOGIA

No comentário seguinte, de uma representante de uma grande empresa³, pode-se verificar a íntima relação entre os processos de pesquisa, seus resultados e os interesses que passam a se encaixar, por exemplo, à montante da prática biotecnológica, ressaltando a influência que passam a exercer as indústrias de bens e equipamentos para a pesquisa. Diz a interlocutora:

"A insulina que era inicialmente vendida com índice de contaminação de até 3000 PPNs de contaminados, (por causa desse desenvolvimento de equipamentos, pois a teoria da purificação que se conhecia em laboratório não dispunha de escala para equipamentos tão sofisticados), passou dos 3000 para menos de 1 PPN. Foi um avanço tecnológico muito grande, acoplado a um avanço científico de processos de purificação anteriores. Quem se apropriou deles foi a indústria de equipamentos, porque ela é quem tinha interesse em transformar isso em bens, em produtos, para que chegasse na indústria".

Neste caso, ao mesmo tempo em que novos benefícios (médicos) passe a atingir o grande público – reduzindo consideravelmente o sofrimento e efeitos colaterais de remédios –, novos nichos de atuação e de interesse industrial passam a se projetar na área do medicamento, tendendo a elevar, por sua vez, o custo dos gastos com a pesquisa, no novo ciclo de produção que se estabelece.

Ao se pensar na biotecnologia como um fenômeno de redes, é importante destacar suas especificidades em relação a outras áreas de ponta do conhecimento e do desenvolvimento, como, por exemplo, a informática. Esta última apresenta, possivelmente, um “efeito de encadeamento”⁴ muito maior que o verificado na biotecnologia, a julgar pelo modo como se implantam novas organizações, empresas,

³ Os depoimentos de pessoas ligadas à atividade biotecnológica no País, apresentados neste trabalho, foram obtidos em pesquisa realizada para o MCT, entre junho e novembro de 2001, envolvendo cerca de quarenta instituições (universidades, institutos de pesquisa, órgãos públicos e várias indústrias, em diferentes regiões do País). Para maiores informações, ver TRIGUEIRO (2002).

⁴ O efeito de encadeamento, bastante citado na literatura que aborda o tema da inovação, consiste, aqui, na tendência oposta a do efeito de sinergia. Ou seja, trata-se de todo o conjunto de repercussões e desdobramento de ações desenvolvidas pelos atores; repercussões, estas, em geral, não controladas pelos próprios protagonistas.

articulações e conexões entre os vários atores. A informática é de mais amplo acesso que a biotecnologia, realiza-se com equipamentos mais baratos e de mais fácil aquisição por parte dos indivíduos e grupos que a desenvolvem, e requer menor grau de especialização, ao menos no nível formal, que o exigido para um cientista ou tecnólogo em biotecnologia.

Nessa linha de argumentação, é muito comum ouvirmos falar que jovens de vinte e poucos anos conseguem desenvolver programas de computadores bastante originais, lançar idéias excelentes no mercado, criar empresas, enfim, participar ativamente do mundo globalizado da informática. O mesmo não ocorre com as redes biotecnológicas, que demandam grandes somas de investimento, equipamentos pesados e caros, pessoal altamente qualificado e especializado, e a integração de grandes e poderosos grupos de pesquisa, inseridos em fortes organizações ou empresas da área.

Corroborando essa idéia, o depoimento a seguir expressa muito claramente, na visão de um dirigente de um instituto de pesquisa, essas diferenças entre as dinâmicas das redes biotecnológicas e de informática.

"(...) na área de desenvolvimento de software, isso é muito visível porque, para desenvolver, [basta] a concepção do indivíduo que desenvolve e alguns computadores e só e acabou. Na área de biotecnologia, a coisa é mais complexa, requer muito mais equipamento. Requer uma infra-estrutura pesada que empresa nenhuma vai ter condições de ter. Para você ter uma empresa de desenvolvimento de qualquer produto de biotecnologia, é fundamental você ter animais de laboratório de alta qualidade, não só animais puros, mas animais transgênicos, animais geneticamente isogênicos, como eles chamam os que são geneticamente do mesmo padrão e etc. (...) Então, a gente falar incubação de empresas na área de biotecnologia é uma coisa completamente diferente de falar em incubação de empresa em qualquer outra área. (...) E provavelmente uma empresa incubada de biotecnologia - o que eu estou querendo fazer com esse programa, aqui -, **provavelmente** essas empresas nunca vão perder o vínculo, nunca vão perder o cordão umbilical com as entidades incubadoras, e assim permanece no mundo inteiro".

Enfim, não se quer dizer, com isso, que uma área é melhor ou pior que outra, que possui futuro mais promissor, ou que enfrenta menores ou maiores dificuldades; mas quer-se insistir que existem diferenças fundamentais entre elas, que devem ser consideradas, ao se

pensar na formulação de políticas voltadas para esses setores, notadamente no que tange aos processos e abordagens de avaliação; em suma, há que se buscar as especificidades entre elas, o que também deve ser levado em conta em outros exemplos de ponta do desenvolvimento contemporâneo.

Voltando às redes biotecnológicas, é impressionante o movimento contínuo de criação, fusão, estabelecimento de parcerias e de desdobramentos de empresas, laboratórios e instituições de pesquisa, na área. Este fato ficou muito evidente em inúmeras entrevistas realizadas em pesquisa concluída em 2001, especialmente em relação ao que se tem designado “spin off”, processo de surgimento de novas empresas de biotecnologia, geradas a partir de outra organização, podendo, esta, ser pública ou privada, de grande ou reduzida complexidade.

Destaca-se, no contexto da prática biotecnológica no Brasil, a iniciativa de muitos cientistas aposentados e professores de universidades – mesmo entre os do quadro efetivo –, no sentido de criarem suas próprias empresas e buscarem maior autonomia para suas atividades profissionais. Nessa linha, não são poucos os exemplos de professores que também estimulam essa iniciativa entre seus alunos, mediante apoio a consultorias juniores e ao empreendedorismo nas instituições de ensino. Essa é uma tendência que, supostamente, deverá ser acentuada no futuro próximo, haja vista a grande procura de estudantes e jovens pesquisadores por esses novos nichos de atuação profissional.

Na construção de novos espaços de inserção nas redes biotecnológicas, merece destaque o crescente papel e a importância de instituições privadas de ensino superior, especialmente na formação de novos quadros e perfis profissionais, mais voltados para a pesquisa aplicada e o empreendedorismo, como é ilustrado, a seguir, no depoimento de um cientista sênior de uma universidade privada.

"Aqui, como é uma universidade privada, a gente investe muito nessa visão empreendedora, na necessidade das pessoas pensarem como empreendedores, inovarem alguma coisa no mercado de trabalho".

Assim, dentro de múltiplas possibilidades de articulação e ocupação de novos espaços, as redes biotecnológicas no País vão se consolidando, e redefinindo antigas formas de relação entre a comunidade científica, o ambiente acadêmico e outros setores da sociedade.

Recentemente, tem-se visto o aumento de participação de centros e instituições de diferentes regiões, muitas vezes isolados do contexto mais dinâmico do País, em novas redes de cooperação em biotecnologia. São os exemplos das redes sobre genômica, que têm propiciado importante integração entre várias instituições, agregando competências, fomentando novas parcerias e estimulando a troca mais intensa de informações e recursos de pesquisa.

Não obstante, não se deve imaginar que esse processo signifique, pura e simplesmente, maior democratização e nivelamento entre os participantes das redes. As hierarquias ainda se reproduzem, mediante novas formas e relações de poder; reforçam-se antigas hegemonias e abrem-se novos campos de conflito, ao mesmo tempo em que se apontam para novas oportunidades e possibilidades de acesso, na prática biotecnológica.

Nas redes genômicas, por exemplo, fica clara uma divisão de trabalho que destina atividades mais técnicas e de rotina – a coleta de dados – a determinados centros e instituições, e a parte “nobre” – as inferências de possíveis funções de proteínas dos organismos que são codificados pelos genes seqüenciados, com forte componente de pesquisa básica – com os centros tradicionalmente hegemônicos da rede biotecnológica, no eixo sul-sudeste⁵.

Contudo, em que pese o fortalecimento dos centros hegemônicos, na configuração atual das redes biotecnológicas no Brasil, razão, entre outros fatores, da base técnico-científica ali instalada – especialmente dos seus recursos humanos e do maior volume de financiamento e fomento à pesquisa, comparativamente a outras regiões –, a possibilidade de atuação conjunta e de troca constante de informações e recursos tem sido, no entender de muitos entrevistados, excelente oportunidade de desenvolvimento de muitos centros de pesquisa. Nesse sentido, o trabalho em parceria é impulsionado pela crescente complexidade dos novos produtos e processos e pelo alto custo da pesquisa envolvida na produção.

Tendo em vista os sucessivos avanços tecnológicos, as inovações radicais ou descontínuas e a rápida obsolescência dos equipamentos utilizados na pesquisa de ponta, muitas empresas e instituições optam

⁵ De acordo com comentários obtidos junto aos cientistas, para a demonstração final da verdadeira função das proteínas, novos e seguidos experimentos de bancada ainda deverão ser realizados, em etapa futura; experimentos, estes, que, igualmente, ressaltam a importância da pesquisa básica nessas investigações.

pelos ajuntamentos cooperativos – com outras empresas, laboratórios de pesquisa e universidades – como alternativa para reduzir o ciclo do tempo de inovação, pesquisar novos mercados e tecnologias, adquirir novas técnicas, acumular conhecimentos e dividir custos.

Em resumo, se, de um lado, as redes biotecnológicas e as novas divisões de trabalho que se estabelecem entre os vários atores aí presentes – instituições de pesquisa públicas e privadas, empresas e universidades, por exemplo, envolvendo os diferentes tipos de pesquisa e de desenvolvimento de produtos e processos – acentuam a importância de esforços combinados e a reformulação de antigos padrões de conduta nas relações entre esses atores, de outro lado, a pesquisa básica e o domínio do saber mais especializado são ressaltados, tanto como condição ao avanço do conhecimento – necessário para a interpretação da imensa massa de informações produzidas –, quanto como possibilidade efetiva de manutenção de determinadas relações de poder nas redes biotecnológicas.

Em entrevistas realizadas com atores de diferentes instituições, ficou muito nítida a importância da pesquisa básica no atual contexto de desenvolvimento científico-tecnológico, no jogo de relações que se estabelecem com o setor privado e a acumulação de capital. Ou seja, é algo a considerar o grande peso político e institucional dos núcleos e centros mais qualificados, em termos de pesquisa básica, nas dinâmicas estabelecidas nas redes biotecnológicas, mesmo em áreas que não utilizam diretamente tais tipos de conhecimentos. Nesse sentido, a percepção do peso e da influência da pesquisa básica na rede biotecnológica não é evidenciada, necessariamente, em esforços locais e em inovações de determinados produtos – muitas vezes demandando maior parcela de conhecimento aplicado e prático –, mas no exame de conjunto da rede e em seu contexto mais abrangente.

Essas considerações tornam-se especialmente relevantes ao se deter na análise da interação universidade-empresa, central no esforço de definição de políticas conseqüentes para a área de biotecnologia no País.

No tocante à interação universidade-empresa, muito tem sido dito, recentemente, mediante diagnósticos os mais diversos. Alguns focalizam o que consideram o lado muito conservador do ambiente universitário; outros apontam para a apatia do empresariado nacional e sua falta de interesse em investir na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico.

Em que pese boa dose de verdade em cada um desses diagnósticos, as análises, de modo geral, não conseguem avançar muito na compreensão dos reais entraves que dificultam uma relação mais próspera entre o meio acadêmico e o setor produtivo.

São muitas as incertezas e dúvidas de uns com relação a outros, acusações, queixas e pessimismos. Não obstante, parece que o peso maior das reclamações recai sobre os pesquisadores e cientistas. Vários foram os depoimentos obtidos nesse sentido, tanto entre membros da comunidade científica, quanto entre as empresas – sejam estas grandes grupos multinacionais, importantes empresas nacionais e mesmo microempresas incubadas. Em seguida, são destacados alguns desses depoimentos, com o intuito de ilustrar as críticas mais freqüentes.

- "Ele (o empresário) trabalha, por exemplo, num sistema de gerência por resultados, que é uma coisa que o cara que trabalha na universidade jamais ouviu falar. Tem meta anual, bônus em função disso. Então, é uma realidade que 90% dos professores da universidade não têm a menor idéia do que se trata. O problema já começa daí, não falam a mesma língua" (de um membro da comunidade científica)".

- "Acho que um outro problema também é que na comunidade acadêmica há pouco preparo da parte do pesquisador; sua formação não é voltada para ver esta interação como algo bom, o que é visto muitas vezes como uma 'prostituição da ciência' (sic) para o mercado, e isso é uma história que tem que mudar ao longo do tempo" (de um membro da comunidade científica)".

- "Existe ainda um preconceito muito grande quanto à vida privada nas universidades federais do Brasil, nas universidades de um modo geral, (mas) isso vem num processo, sendo diminuído a cada ano" (de um membro da comunidade científica)".

- "A gente não conseguiu, até hoje, é encontrar um pesquisador (para fazer uma parceria); a gente encontra os pesquisadores, muitos até topam a idéia, mas na hora de começar mesmo, a pessoa, todos sem exceção, se recusaram, deram para trás" (depoimento obtido junto a uma microempresa incubada)".

- "Esse [a resistência de cientistas para interagir com o setor produtivo] é um problema que talvez, de uma maneira geral, ocasiona muitas perdas de oportunidade. Muitas vezes a gente acaba fazendo as coisas pela gente mesmo, ou buscando fora, em razão, de uma certa forma, da intransigência da universidade em se adequar ao interesse da empresa. Muitas vezes, a universidade se coloca como: 'eu é que sei qual é o meu interesse, eu é que tenho que tratar da questão do desenvolvimento

científico, e eu não posso ficar, me ater ao interesse do lucro'. Isto ainda existe, infelizmente" (de um membro de uma grande empresa)".

- "No fundo, o que eles (pesquisadores) não querem ver é que são pequenos feudos que foram criados para pequenos grupos; não querem abrir mão de seu espaço e não querem entender que o mundo e a forma de fazer as coisas mudaram" (de um membro de uma grande empresa)".

- "O professor universitário é como se fosse um elefante, ele tem uma força fantástica, mas não sabe a força que tem, porque não tem visão de empreendedor; então, se você abrir gavetas de professores dentro das universidades do Brasil, você vai ver projetos fantásticos na área de biotecnologia, que serviram apenas para justificar uma dedicação exclusiva" (de um empresário, egresso da comunidade científica)".

- "Olha, é muito difícil fazer a interação universidade- empresa, porque se nós temos esta proximidade é porque nós somos da universidade, então nós conhecemos as pessoas com quem devemos conversar; agora, uma pessoa que não é da universidade, ela vai via (sic) reitoria; então aí vem a burocracia que nunca chega no canal certo, e o mundo universitário, ele é muito diferente do mundo aqui fora; a linguagem universitária é muito diferente da linguagem empresarial. Na universidade, a gente faz a pesquisa, você não tem tempo nem hora para você entregar a sua pesquisa; aqui fora, o pessoal quer o resultado para ontem; então aquela pessoa, por exemplo, que quer ter um contato, se ele não tiver a pessoa direcionada, é muito difícil para ele, e inclusive em termos de falar, porque são mundos diferentes, valores diferentes e visões diferentes; o professor universitário, o pesquisador, ele vive muito mais no sonho do que na realidade, basta dizer que viver com um salário que ele vive, ele é muito sonhador, né?" (de um representante de uma microempresa incubada, egresso da comunidade científica)".

- "Então, embora o professor considere a parceria ainda importante, até para viabilizar algumas coisas no seu departamento e com consentimento da reitoria do departamento, do colega com quem divide a sala, ele ainda coloca em segundo plano o projeto que você colocou para desenvolver. E coloca em primeiro plano uma viagem dele ao exterior, para fazer um estágio de um período mais longo. E em vários momentos, você tem que lembrá-lo, 'olha, você assumiu um compromisso comigo de um projeto, de um produto que eu tenho que colocar no mercado dentro de um ano. Então, a gente entende que você (o pesquisador) precisa sair para fazer um pós-doutorado, um aperfeiçoamento. Mas olha aqui a gente'. Então, ainda tem muito disso, porque são culturas muito diferentes. Então, a gente vai ter que avançar um pouco" (representante de uma grande empresa)".

A maioria desses depoimentos aponta para a idéia de “mundos radicalmente distintos” – o da academia e o do setor produtivo –, com linguagens e culturas próprias, barreiras aparentemente intransponíveis. Muitos pesquisadores entrevistados, mesmo os que são mais críticos em relação à própria comunidade científica – quanto ao “seu despreparo para lidar com novas questões”, a sua “intransigência” e ao seu “conservadorismo” –, também se ressentem do imediatismo de muitos empresários, da visão de curto prazo destes, e da dificuldade em obter recursos junto ao setor privado.

Considerando que os pesquisadores entrevistados, por estarem em uma área de ponta, como a biotecnologia, são aqueles que, possivelmente, representam os membros da comunidade científica com visão mais crítica em relação à forma tradicional de produzir conhecimentos e de interagir com a sociedade e com o setor produtivo, caso essa pesquisa ampliasse seus horizontes de amostra para outros setores da vida acadêmica, provavelmente as restrições à interação universidade-empresa e ao papel do setor privado no desenvolvimento nacional seriam consideravelmente maiores que as verificadas nos depoimentos obtidos.

De qualquer modo, ainda com inúmeros problemas, a interação universidade-empresa, no País, particularmente na prática biotecnológica, tem apresentado importantes avanços, comparativamente a período recente, de cinco anos para cá, por exemplo, a julgar pelos comentários de vários entrevistados. Os avanços, especialmente localizados nos parques tecnológicos, nas incubadoras de empresas e nos centros de biotecnologia, permitem, certamente, visões mais esperançosas quanto aos resultados de uma boa interação universidade-empresa, sobretudo no que concerne à inserção de estudantes de graduação e de pós-graduação, ao processo inovativo de microempresas e à transferência mais intensiva dos conhecimentos gerados nas universidades e nos institutos de pesquisa para a sociedade como um todo.

Não obstante essas possibilidades, as empresas incubadas, especialmente, apontam para a necessidade de processos mais formais e institucionais de interação com as universidades, uma vez que, atualmente, a maior parte dessas relações é estabelecida de modo espontâneo, eventual e muito personalizadas (dependendo de amizade e de contato pessoal entre o empresário e o pesquisador).

Por outro lado, não se pode imaginar a interação universidade-empresa como panacéia, capaz de resolver todos os problemas técnicos e estruturais de nossa sociedade. A inovação, por exemplo, depende, em larga medida, da iniciativa das empresas e dos desafios que o processo produtivo coloca aos seus protagonistas, sem querer, com isso, dar cunho muito economicista ao desenvolvimento contemporâneo; aliás, vale enfatizar o grande peso da esfera do conhecimento e da pesquisa conduzida nas universidades, no próprio desenvolvimento econômico contemporâneo, e nas inovações, de modo geral, sobretudo em áreas de ponta.

Como mudanças principais nas atitudes de membros das universidades, pode-se destacar, na prática biotecnológica, maior abertura por parte dos cientistas para interagir com o setor produtivo, e maior disposição de negociação, sem deixar de reconhecer, ainda, grandes barreiras nesse terreno. Em relação às próprias universidades e aos institutos de pesquisa, tais membros reclamam, principalmente, da necessidade de mecanismos internos que facilitem a mediação entre as suas instituições e as empresas, que permitam melhor comunicação e decisões mais ágeis e confiáveis para ambas as partes. Isto ficou bem evidente ao se discutir o tema do patenteamento e da propriedade intelectual, quando foi bastante enfatizada a necessidade de que as instituições de pesquisa se qualifiquem efetivamente para enfrentar esse desafio.

Seguindo essa linha de argumentação, o processo decisório nas universidades e nos institutos de pesquisa é visto por muitos entrevistados como muito lento, burocrático e ineficaz, incompatível com as características do “novo modo de produção do conhecimento” (Gibbons et al, 1994), e com a prática biotecnológica.

Assim, novas atitudes e comportamentos por parte de cientistas e empresários podem não ser suficientes para desatar os “nós” que impedem uma melhor interação universidade-empresa, no País. Há, também, para os mesmos atores, um conjunto de outras medidas, no nível interno dessas organizações, que precisam ser implementadas, a fim de facilitar o entendimento e as relações entre os diferentes atores que compõem a rede biotecnológica brasileira. Medidas, estas, no mais das vezes, de difícil superação, em razão de valores arraigados, nichos corporativos e práticas obsoletas que se reforçam no cotidiano de muitas universidades e instituições de pesquisa (Trigueiro, 1999).

Não obstante, especialmente entre os institutos de pesquisa, nota-se esforço importante na construção de processos de planejamento e de avaliação, aliados a formulação de visão estratégica. Fato, este, não evidenciado em igual proporção entre as universidades, principalmente as públicas.

Por outro lado, o empresário, em geral, sabe pouco a respeito do potencial dos produtos gerados pelos laboratórios das universidades e dos institutos de pesquisa. O que pode ser um problema de gestão empresarial, como também de dificuldade de tais instituições em apresentar, de modo mais visível, o conjunto de seus resultados de pesquisa e dos trabalhos em andamento, com grande possibilidade de aplicação prática e de desenvolvimento posterior.

CONCLUSÃO

Em suma, muita coisa ainda precisa ser feita na direção das transformações organizacionais mais profundas, a fim de colocar as instituições de pesquisa do País, as universidades e as organizações empresariais em condições efetivas de um salto de qualidade, para melhor aproveitar as inúmeras oportunidades que se lhes apresentam, hoje.

Finalmente, as redes biotecnológicas no Brasil, ao mesmo tempo em que destacam desigualdades, novas relações de poder, fragilidades organizacionais, muitas resistências e conflitos, também sinalizam para experiências importantes, a exemplo da Rede do Genoma Nacional, da proliferação de “laboratórios temáticos” – em que diferentes grupos de pesquisa se integram num mesmo espaço de cooperação e intercâmbio de informações – e, de muitas formas de articulação inter-institucionais, do surgimento de novas microempresas geradas no interior de universidades, e de maior motivação, sobretudo entre estudantes, para o empreendedorismo. Tudo isto são razões suficientes para antever cenário bastante promissor para a prática biotecnológica brasileira.

Bibliografia

- BENNETT, D. & XIA, He C. "Sino-Foreign High Technology Joint Ventures: Some Factors Affecting Performance". In: **Management of Technology IV**. Tarck M. Kalil and Bulent A. Bayraktar, editors, Institute of Industrial Engineers, 1994.
- BIAZZI, F. "O Trabalho e as Organizações na Perspectiva Sócio-Técnica". In: **Revista de Administração de Empresas** - FGV. São Paulo, 34(1): 30-37, jan-fev., 1994.
- CALLON, M. "Society in The Making; The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis". In: **The Social Construction of Technological System**. Massachusetts: Institute of Technology, 1987.
- CALLON, M. & LATOUR, B. **La Science Telle Qu'elle se Fait**. Paris, La Découverte, 1991.
- CALLON, M. **La Science et ses Réseaux**; genese et circulations des faits scientifiques. La Découverte, Paris, 1989.
- ETZKOWITZ, H; LEYDESDORFF, L. "Introduction to special issue on science policy dimensions of the Triple Helix of university-industry-government relations". In: **Science and Public Policy**. Vol.24, n.1, February, 1997.
- FREEMAN, C.; CLARK, J. & SOETE, L. **Unemployment and technological innovation: a study of long waves and economic development**. Londres, Frances Pinter, 1982.
- GIBBONS, M. et al. **The New Production of Knowledge**; the dynamics of science and research in the contemporary societies. Londres, Sage, 1994.
- KNORR-CETINA, K. "Scientific communities or transepistemic arenas of reserch? A critique of quasi economic models of science". In: **Social Studies of Science**, N° 12, pp. 101-130, 1982.
- KNORR-CETINA, K. **The Manufacture of Knowledge**; an essay on the constructivist and contextual nature of science". Oxford, Perzaman Press, 1981.
- LATOUR, B. "Give me a Laboratory and I Will Raise the World" In: Knorr-Cetina, K.; Mulkay, M. **Science Observed**. London, Sage, 1983.
- LATOUR, B. & WOOLGAR, S. **A Vida de Laboratório**; a produção dos fatos científicos. Rio, Relume Dumará, 1997.
- LATOUR, B. "Le métier de chercheur; Regard d'un anthropologue". Paris: Ed. INRA, 1995.
- LATOUR, B. "The force and the reason of experiment". In: H. E. **Le Grand. Experimental Inquiries**. Netherland, Kluwer Academic Publishers, 1990.
- LATOUR, B. **Ciência em ação**. São Paulo, Unesp, 2000.
- SALLES-FILHO, S. "Disconnections between biotechnology policies and market reality: comments on the Brazilian experience". In: **Science and Public Policy**, 22(3), pp. 208-209, jun., 1995.
- TRIGUEIRO, M. G. S. **O Clone de Prometeu**; a biotecnologia no Brasil: uma abordagem para a avaliação. Brasília, Editora da UnB, 2002.
- TRIGUEIRO, M. **Universidades públicas**; desafios e possibilidades no Brasil contemporâneo. Brasília, Editora da UnB, 1999.