

# Novas configurações na produção do conhecimento

A dinâmica das modernas biotecnologias na periferia do sistema mundial de ciência e tecnologia

## *New trends in knowledge production*

*The dynamics of modern biotechnology in the outskirts of the global science and technology*

Fabrizio Monteiro Neves\*

---

**Resumo:** Este artigo propõe estudar a forma como a produção do conhecimento científico está organizada atualmente valendo-se de pesquisa de campo realizada em 2004, no município de Campos dos Goytacazes, RJ, com grupos de pesquisa em biotecnologia da cana-de-açúcar localizados em duas universidades públicas, a saber, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Ufrj) e a Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf). Nós também usamos estudo exploratório realizado em 2006 em outros *locus* científico e tecnológico: o Centro de Biotecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ufrgs) e em laboratório e companhia biotecnológica, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (Pucrs), respectivamente, Laboratório de Genética e Biologia Molecular e 4G pesquisa e desenvolvimento. Os resultados são relacionados às proposições de dois modelos de produção científica, quais sejam, o modo 2 (*mode 2*) e a hélice tripla (*triple helix*), comparando-os entre si a partir da análise dos resultados, buscando avaliar suas possibilidades explicativas para o caso brasileiro.

**Palavras-chave:** Inovação; Ciência; Tecnologia; Modo 2; Hélice tripla

**Abstract:** This article aims at studying the way scientific knowledge production is currently organized. For this purpose, in 2004, we conducted a field research at Campos dos Goytacazes city, State of Rio de Janeiro, with research groups in sugar cane biotechnology from two public universities, namely the Federal Rural University of Rio de Janeiro (Ufrj) and the State University of Norte Fluminense (Uenf). In this research, we also used an exploratory study conducted in 2006 at other *loci* of science and technology: the Biotechnology Center of the Federal University of Rio Grande

---

\* Mestre em Políticas Sociais pela Universidade Estadual do Norte-Fluminense (Uenf) e doutor em Sociologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ufrgs), em Porto Alegre, Brasil. <fabriciomneves@yahoo.com.br>

<i>Civitas</i>	Porto Alegre	v. 9	n. 2	p. 307-323	maio-ago. 2009
----------------	--------------	------	------	------------	----------------

do Sul (Ufrgs) and at the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul (Pucrs), the Laboratory of Genetics and Molecular Biology and 4G research and development laboratory. The results allow us to propose two models of scientific production, namely, the mode 2 and triple helix. We compare both models with each other, evaluating its possible explanations for the Brazilian case.

**Key words:** Innovation; Science; Technology; Mode 2; Triple helice

---

## Sociedade moderna e formas de organização da ciência

Atualmente há razões suficientes para se crer na importância alcançada pelo âmbito tecnocientífico da sociedade. Expressões como “Sociedade do risco” (Beck, 2002; Douglas e Wildavsky, 1983), “sociedade do conhecimento” (Maciel, 2001, Knorr-Cetina, 1999) e “capitalismo do conhecimento” (May, 2005) têm centralizado a descrição da sociedade contemporânea em riscos científicos e tecnológicos e no conhecimento científico, concomitantemente. Destas maneiras de compreensão do fenômeno social sucedem modelos analíticos que buscam dar conta desta centralidade do conhecimento científico e tecnológico para a reprodução da sociedade. Shinn (2002) tem enfatizado o surgimento desses modelos a respeito da centralidade do conhecimento científico na sociedade moderna, relacionando-o principalmente à crise energética da década de 1970 e à desaceleração econômica sequente. Nesta época de crise, governos e empresários propuseram saídas relacionadas a políticas científicas e tecnológicas, engendrando novas expectativas industriais e sociais, incidindo na forma de produção do conhecimento científico. Dois estudos lograram um lugar de destaque na percepção de que uma transformação na produção do conhecimento estava se processando, a saber, a publicação de Michael Gibbons *et al.* (1994), intitulada *A nova produção do conhecimento*, e um conjunto de estudos fragmentados de Loet Leydesdorff e Henry Etzkowitz consagrado como “hélice tripla”, publicados esporadicamente a partir de 1995.

De acordo com os autores de *A nova produção do conhecimento*, há tempos vem se desenvolvendo um processo de mudança na produção de conhecimento em sociedades contemporâneas. Isto quer dizer que a maneira mais familiar de fazer pesquisa, modo 1, está sendo substituída por um novo modo, mesmo que ainda difuso, sem contornos evidentes, a saber, o modo 2. Àquele correspondiam operações processadas no interior de limites disciplinares, com fronteiras claramente definidas, operando dentro dos limites acadêmicos e das descobertas científicas, ao passo que este se define dentro

do contexto de sua aplicação, o que envolve uma dinâmica mais complexa de vertentes disciplinares díspares, refletindo uma estrutura transdisciplinar, de interesses distintos, de alcance amplo, o que leva os autores à constatação de ser a natureza deste conhecimento mais socialmente distribuído. O que quer dizer “aumento da importância do foro híbrido – grupos constituídos através de relações de especialistas e leigos – na configuração do conhecimento (Gibbons *et al.*, 1994, p. 156). Assim, no modo 1 a solução de problemas se limita ao contexto da pesquisa básica e acadêmica e não necessariamente se aplica os resultados, enquanto que no seguinte modo há pretensão de aplicação já na proposta, e isto envolve acomodação de interesses de vários atores, que não são somente aqueles que atuam no mercado.

Mesmo as ciências aplicadas no estilo do modo 1, como as engenharias, se defrontam com um contexto mais complexo quando são praticadas em modo 2, o que envolve a superação da mera incidência acadêmica, tendo que responder agora à demandas de outras ordens. Decorrem deste cenário ampliações de várias ordens: de lugares potenciais onde se produz conhecimento (universidades, institutos, centros de pesquisa, agências governamentais, incubadoras, força-tarefa, consultorias, entre outros), à articulação e diferenciação simultânea desses lugares através de várias formas de redes de comunicação, reconfigurando subcampos de pesquisa. Assim, “o modo 2 cria um novo ambiente no qual o conhecimento flui mais facilmente através de fronteiras disciplinares, recursos humanos mais móveis e organização de pesquisa mais flexível e aberta” (Gibbons *et al.*, 1994, p. 20).

O consenso em modo 2 é condicionado pelo próprio contexto da aplicação, ou seja, ele se dá conforme a interação de diferentes habilidades e especialidades, em uma estrutura transdisciplinar. Este consenso não diz respeito somente a métodos e teorias, mas envolve a perspectiva de não-especialistas, apresentando acomodação de interesses quanto à agenda de pesquisa, à solução de problemas, à qualidade da pesquisa. O modo 2 então, ao incorporar uma série de perspectivas advindas de esferas diferentes e de distintas disciplinas, recai em uma estrutura produtora de conhecimento mais responsável. Prestam-se contas não mais a restritas comunidades de pesquisadores, esta nova produção do conhecimento envolve um amplo espectro de interesses, de firmas a laboratórios, de associação de consumidores a governos, das empresas às agências reguladoras, e neste sentido produz avaliações mais estritas e reflexivas de “boa pesquisa”. Como resultado o controle de qualidade não é avaliado através do modelo tradicional de “revisão por pares”, este passa a se resumir a uma perspectiva dentro de um amplo

espectro de atores envolvidos na avaliação, cada qual com seus critérios de julgamento (Hemlin e Rasmussem, 2006; Fujigaki e Leydesdorff, 2000). Isto envolve um jogo com o futuro, já que no contexto de aplicação as consequências futuras em cada âmbito são levadas em conta, “‘a solução, se encontrada, será competitiva no mercado?’, ‘qual será o custo efetivo?’, ‘será socialmente aceitável?’” (Gibbons *et al.*, 1994, p. 8).

Ainda que o cenário de produção do conhecimento seja o mesmo, o modelo de hélice tripla, de Leydesdorff e Etzkowitz, desenvolve uma interpretação diferente da do modo 2. O modelo de hélice tripla aponta continuidades no papel que instituições participantes na produção de conhecimento cristalizaram historicamente. O foco da análise não é tanto o papel que elas desempenham, mas a relação entre basicamente três dessas instituições, a saber: a universidade, a indústria e o governo. Pode-se pensar em três modelos a partir da relação institucional básica universidade-indústria-governo na formação de sistemas de inovação (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000). Uma hélice tripla 1, definida pelo abarcamento e direcionamento da relação com academia e indústria pelo estado, verificada na União Soviética, no Leste Europeu e em alguns países da América Latina. Seria o caso brasileiro sob governo militar (Morel, 1979). Uma hélice tripla 2, de matriz político-institucional de *laissez-faire*, tipicamente americana, em que as três esferas estão separadas em funções definidas. E uma hélice tripla 3, com sobreposição entre esferas, cada uma assumindo o papel da outra, criando organizações híbridas nas interfaces, através de redes de comunicação. O que importa ressaltar é que a relevância de cada esfera é salvaguardada no processo, conservando papéis tradicionais, ao mesmo tempo em que, na dinâmica com os outros âmbitos, cria novas formas de produção de conhecimento, formas emergentes como incubadoras e laboratórios industriais, cuja dinâmica não pode ser reduzida à dinâmica de nenhuma das esferas envolvidas.

Etzkowitz (2003) resume as premissas da hélice tripla em proposições sintéticas que apresentam o debate até ali. Afirma que os arranjos e redes entre as esferas institucionais da hélice tripla são as fontes da inovação atualmente. A inovação é um fenômeno mais amplo que envolve arranjos emergentes sobre as esferas isoladas. Mas, retroativamente, cada esfera muda seu processo operacional, mantendo a função específica, na medida em que aumenta a interação entre pesquisa acadêmica, avanço industrial e políticas governamentais de desenvolvimento econômico. As inovações organizacionais emergem desse processamento em rede, tornando-se tão importantes quanto o patrimônio físico envolvido na pesquisa. Surgem incubadoras e parques tecnológicos com uma dinâmica inovadora capaz de promover intercâmbios

de experiências, colaboração, e, até mesmo, formação de novas disciplinas (Etzkowitz, 2003). Neste sentido, a inovação não segue um modelo linear tradicional: através dessas redes comunicativas o processo de produção do conhecimento é permanentemente assistido pelos participantes, o que muda inclusive o controle de qualidade, os recursos implicados e a avaliação de resultados. Faz parte desta dinâmica, conseqüentemente, a “capitalização do conhecimento” concomitantemente a “cognitização do capital” (Etzkowitz, 2003 p. 297). Isto aponta para privatização da pesquisa, como sugerem Mirowski e Van Horn (2005) para o caso da indústria farmacêutica pós-anos 1980.

Novos mecanismos emergem para a produção de conhecimento, como as incubadoras de riscos empresariais, e outros já existentes ampliam seus mecanismos, como os sistemas de patentes e as regras sobre direito de propriedade (Chesnay, 1996). As formas de capital se complexificam, e elas são intercambiáveis na mesma esfera e entre elas (Bourdieu, 1983). Nesta nova dinâmica estão imbricados capital financeiro, social, intelectual, e novas formas estão surgindo na medida em que emergem novos âmbitos de criação do conhecimento (Etzkowitz, 2003). A globalização intensifica o intercâmbio de informação e as colaborações globais emergem sem barreiras territoriais ou linguísticas, com acordos sobre patentes e propriedade intelectual decorrentes dos processos inovadores produzidos em conjunto. As estratégias de desenvolvimento de países e regiões passam a se basear na promoção de nichos de conhecimento e de desenvolvimento tecnológicos. As universidades passam a funcionar como centros estratégicos na produção de desenvolvimento regional, atraindo empresas para perto com suporte governamental (Etzkowitz, 2003).

Decorre deste processo de produção de conhecimento uma mudança substancial no que diz respeito aos processos de inovação. Há um deslocamento do que se convencionou chamar de “fronteira sem fim” a partir do relatório Bush (Bush, 1999), ou seja, a imagem de uma ciência em que a pesquisa básica era traduzida em uso em longo prazo, para uma “transição sem fim”, em que a pesquisa básica se liga à aplicada através de uma série de processos intermediários, não necessariamente de forma linear (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000, p. 110). Isto muda drasticamente a autoimagem da ciência, da autonomia científica aos interesses externos, do direcionamento de recursos através do mecanismo de “revisão por pares”, mas também dos próprios valores internos, que, segundo Hess (1997, p. 58) responderia, desta vez, por essa nova dinâmica da pesquisa: os valores e normas atuais estariam então emergindo nas interfaces de uma hélice tripla.

## Modelos para a periferia?

O que estes modelos teriam a oferecer para as análises da produção científica em países periféricos, científica e tecnologicamente? Eles seriam adequados para tanto? No livro de Gibbons *et al.* (1994) é feita uma análise do caso brasileiro, onde se apontam os mecanismos que falharam na promoção de uma produção de conhecimento em modo 2, sendo típico a produção em modo 1, com a comunidade científica reduzindo sua prática a sua própria dinâmica, resistindo às demandas externas (Gibbons *et al.*, 1994, p. 134). Neste estudo, o Brasil é comparado a países asiáticos que, segundo os autores, tiveram sucesso na promoção de uma economia de livre mercado e foram capazes de promover parcerias público-privadas para a promoção de avanços tecnocientíficos. No Brasil, ciência e tecnologia foram conduzidas somente por iniciativas estatais e no final da década de 1970, com o endividamento crescente, o estado não suportou os mesmos níveis de financiamento. Mediante a defesa de seu mercado, o Brasil postergou a busca por investimentos estrangeiros, à medida que os países asiáticos desenvolveram seu próprio mercado concomitantemente a um aumento de sua participação na competição global. Em relação à hélice tripla, a conferência ocorrida no Rio de Janeiro, em 2000, poderia ser um indicativo de suas possibilidades analíticas em países em desenvolvimento. Mas um outro indicativo são os estudos empíricos utilizando este modelo que emergiram nos últimos tempos.<sup>1</sup> Porém, existem ressalvas quanto ao uso destes modelos para outras realidades, como a brasileira. Trigueiro (2001) entende o caso brasileiro a partir da articulação de várias “hélices”: organizações não-governamentais, estado, comunidades científicas nacionais, empresários e universidades, entre outros. Estas hélices se rearranjam na elaboração de um complexo modelo de relações.

Algumas iniciativas de estado tiveram lugar na década de 1990, buscando aprimorar o sistema de gestão de ciência e tecnologia, impulsionado pela nova dinâmica na produção, baseada na capacidade de inovação científica e tecnológica, e em um cenário de hiper-competitividade industrial. Os esforços foram feitos para incorporar setores industriais nos arranjos de produção de conhecimento. No plano de políticas de inovação industrial, os anos 1990 engendraram uma diferenciação processual no estado brasileiro, buscando maximizar o potencial da indústria nacional através de políticas científicas e tecnológicas e política industrial de inovação. A última se concretizará

<sup>1</sup> É o caso do estudo de Sutz (2000), que aborda a relação entre universidade, indústria e estado na América Latina, ressaltando as dificuldades na relação entre indústria e universidade, mas apontando dinâmicas inovadoras.

através da criação de programas específicos voltados para a área, como, por exemplo, o PCI – Programa de Competitividade Industrial; o PBQP – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade; o Pacti – Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria; e o Pace – Programa de Apoio ao Comércio Exterior. O modelo anterior de ciência e tecnologia baseado no gasto militar e na pesquisa básica foi sendo substituído, devido em parte ao fim da guerra fria que reestruturou as ações militares alterando a ideologia da “defesa nacional”, por um novo modelo, mais voltado para a competitividade do sistema industrial, isto impelido pelas condições internacionais a que estavam submetidas as empresas locais. A falta de amplitude e de modernidade da matriz industrial teria que ser superada pela criação de um núcleo de setores motores de inovação tecnológica: informática, biotecnologia, novos materiais, químicas fina etc.

Em relação à política nacional de biotecnologia, o tema está na agenda política brasileira há pelo menos três décadas. Embora a base técnico-científica necessária ao acompanhamento das pesquisas internacionais de ponta na área fosse limitada, foram vislumbradas potencialidades no que tangia a agricultura e saúde, o que poderia inclusive atrair a indústria nacional para o desenvolvimento de uma base endógena de pesquisa e desenvolvimento (Azevedo *et al.*, 2002). Havia os velhos problemas relacionados à baixa iniciativa empresarial e à falta de quadros científicos especializados em áreas biológicas necessárias à implementação da pesquisa genética. Neste contexto, as pesquisas adquiriram organização própria, refletindo o arranjo e o desenvolvimento das esferas. O incentivo governamental naquele momento não foi suficiente para que a biotecnologia deixasse de ter fins estritamente acadêmicos.<sup>2</sup> Atualmente, têm aparecido iniciativas que apontam para a emergência de novos arranjos de produção de conhecimento, desta vez com uma participação mais destacável, embora ainda tímida, do empresariado nacional (Trigueiro, 2001).

Como se mostrará à frente, os arranjos e a complexidade do sistema de ciência e tecnologia brasileiro não permite que se reduza sua dinâmica a um modelo de desenvolvimento específico. Seu operar combina setores de ponta na produção de conhecimento, com características globalizadas no que tange a suas publicações, patentes e colaborações; arranjando-se nas interfaces entre universidade, estado e indústria; operando suas pesquisas em uma

<sup>2</sup> Foram muitos os programas governamentais para a área. Destacam-se o Programa Integrado de Genética (1975), o Programa Integrado de Engenharia Genética (1978) e o Programa Nacional de Biotecnologia (1981). Foram incentivadas redes de colaboração científica e tecnológica entre empresas e universidades através de parques tecnológicos.

matriz transdisciplinar; e inovando processos e produtos no próprio contexto de aplicação. Ao mesmo tempo em que se opera reproduzindo uma ciência tradicional, disciplinar, voltada para a reprodução da comunicação científica unicamente, com poucas possibilidades de redes internacionais e pouca capacidade inovadora. A complexidade de formas que emergem no sistema científico e tecnológico brasileiro desafia as possibilidades analíticas dos modelos apresentados.

### **Uma miríade emergente de formas**

Os estudos a seguir foram feitos em um espaço de dois anos entre eles, utilizando entrevista semi-estruturada e pesquisa bibliográfica, para coleta de dados, e análise de conteúdo. Os grupos localizados no estado do Rio de Janeiro foram entrevistados em fins de 2003 e início de 2004, enquanto os grupos e a empresa localizados no estado do Rio Grande do Sul foram abordados em 2006. A despeito das diferenças, entende-se que ambos os grupos estavam sujeitos às mesmas contingências organizacionais, às mesmas linhas de financiamentos, aos mesmos programas, podendo oscilar o montante de recursos. Deste modo, pode-se dizer que tais grupos experimentaram um contexto institucional parecido, ainda que as diferenças regionais tenham consequências consideráveis, mas que não serão discutidas aqui.

Os grupos de biotecnologia pesquisados no Rio de Janeiro estão sediados em Campos dos Goytacazes, região norte-fluminense, em duas universidades públicas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Ufrjr) através de seu campus avançado (Dr. Leonel Miranda) e seu Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (formado em 1973); e a Universidade Estadual do Norte-Fluminense (Uenf) e seus grupos, basicamente surgidos após 2000, a saber, o núcleo de sequenciamento de DNA vegetal e o grupo de bactérias endofíticas. No Rio Grande do Sul foi feita pesquisa exploratória em um instituto público de pesquisa, localizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ufrgs), o Centro de Biotecnologia do Rio Grande do Sul (criado em 1981); em um laboratório de biotecnologia residindo em um parque tecnológico gerenciado pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (Pucrs), o Laboratório de Genética e Biologia Molecular; e, finalmente, em uma empresa incubada residente no mesmo parque, a 4G Pesquisa & Desenvolvimento Ltda. Tanto laboratório quanto empresa foram criados no início desta década.

Entre os grupos podem-se diferenciar formas distintas de produzir conhecimento, e isto fica mais claro quando se pergunta pela finalidade da pesquisa. Neste sentido, perguntar “para quem?” condiciona o “como?”. Com isto se quer dizer que a supracitada relação entre contexto e práticas de pesquisa apresenta uma correlação positiva. Contexto aqui é o lado da demanda, os interesses, as “perturbações externas”, e isso não necessariamente está fora da pesquisa científica; no sistema científico há uma demanda por novos conhecimentos, assim como no sistema econômico, por meio das empresas. A configuração da pesquisa vai basicamente responder por estes interesses construídos em sistemas distintos. Portanto, dois lados: expectativas acadêmicas e empresariais. Porém, há uma forma emergente que é a articulação de ambas as expectativas e interesses.

O Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (Grupo 1-RJ) pratica o melhoramento clássico em suas pesquisas, ou seja, seleciona espécimes mais adaptados às condições climáticas, pluviométricas e geográficas de Campos dos Goytacazes. Seus resultados dizem respeito basicamente àquela região, afinal, ao mudar as condições ambientais o grau de adaptação da planta decresce. Portanto, a demanda é majoritariamente local, de usineiros locais, e a pesquisa tem como único objetivo o suprimento desta demanda, que financia a totalidade da pesquisa. Em especial este grupo teve sua estrutura organizacional alterada com o tempo em decorrências de mudanças de governo e ciclos econômicos ligados à produção de álcool e açúcar. Até fins da década de 1980, o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) tinha um Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar que financiava o grupo desde 1973. Com a extinção do IAA em 1990, o grupo foi incorporado pelo Campus avançado na Ufrj, tendo pesquisas interrompidas, quadro de pesquisadores reduzido por aposentadorias e redução orçamentária. De acordo com um dos entrevistados:

A pesquisa principal do grupo sempre foi melhoramento genético da cana, melhoramento sempre visando a produtividade, o melhor rendimento agrícola e industrial. (...) Então, quem faz o objetivo da pesquisa é o pessoal que paga por ela, as empresas conveniadas. (...) a tendência que a gente começa a perceber está nas pessoas procurarem variedades mais resistentes à seca, à salinidade e às próprias doenças. Essas variedades são bem produtivas (...) (Entrevista Grupo 1-RJ/1).

Mais à frente, se refere à perda de complexidade na pesquisa ligada à perda de especialistas, técnicas e linhas de pesquisa. Houve um caminho inverso, da interdisciplinaridade para uma abordagem disciplinar.

Antigamente, quando se tinha o Planalsucar<sup>3</sup> (a gente não foi da era do Planalsucar), o que a gente lê e vê é que se tinha um recurso muito bom, então se pesquisavam todas as áreas da cana, desde a entomologia, fitopatologia, melhoramento. Então você já tinha todas as áreas cobertas de pesquisa. Hoje a área da cana coberta por pesquisa somente é o melhoramento, por pouco a fitopatologia (Entrevista Grupo 1-RJ/1).

Esta pesquisa não tem nenhum resultado convertido em publicações científicas, seu impacto é local e relativo à produtividade dos empresários que a financiam. Não há financiamento estatal que não seja o pagamento de salários de pesquisadores e técnicos e a manutenção do centro de pesquisa, bem precária no momento da investigação. A pesquisa é totalmente desenvolvida no contexto da aplicação, e depende fundamentalmente deste. Não tem possibilidades de grandes inovações e, assim, o patenteamento de espécies melhoradas, se houvesse esta possibilidade, não seria interessante, já que o interesse é puramente local. O controle social produzido por este tipo de contexto de aplicação é intrínseco à produtividade da espécie liberada, já que os avaliadores são fundamentalmente os produtores de cana-de-açúcar. Mesmo conclusões sobre desempenho na produtividade de determinadas espécies dependerão do parecer dos produtores, e muitas vezes a avaliação é contraditória:

O agricultor está interessado em plantas que acumulam sacarose mais rápido, que sejam resistentes à pragas e doenças. Então eu não posso dizer que a RB 80<sup>4</sup> é a melhor, o que adianta dizer isto para o agricultor se para o agricultor a melhor é a 92, que produz mais açúcar? O agricultor ganha pela quantidade de sacarose que a planta produz. Então eu tenho que adequar as minhas pesquisas às demandas do agricultor (Entrevista Grupo 1-RJ/2).

No caso dos grupos da Uenf ocorre fenômeno oposto, e este se enquadra mais fielmente às configurações tradicionais de pesquisa no Brasil, ou seja, sua incidência é puramente no sistema científico, não tendo implicações tecnológicas, pelo menos a curto prazo. Tanto o núcleo de sequenciamento de DNA vegetal (Grupo 2-RJ) quanto o grupo de bactérias endofíticas (Grupo 3-RJ), realizam pesquisas com técnicas mais modernas que aquelas do grupo

<sup>3</sup> O Planalsucar foi o Programa Nacional de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar criado junto ao IAA. O plano criou quatro estações experimentais, em Carpina (PE), Rio Largo (AL), Campos dos Goytacazes (RJ) e Araras (SP), para o desenvolvimento de projetos tecnológicos para o setor sucroalcooleiro.

<sup>4</sup> A sigla significa Ridesa Brasil 80, e diz respeito à variedade de cana liberada pela Ridesa, Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, criada concomitantemente ao Planalsucar e ao IAA.

acima, porém, até o momento da pesquisa (2004) não haviam tido nenhum resultado aplicado.

Há interações em rede com outros grupos de pesquisa, como entre o Grupo 2-RJ e a Universidade Federal do Rio de Janeiro, que envolvem orientações e uso compartilhado de instrumentos, e também com a rede de laboratórios do Genoma-Cana<sup>5</sup> financiados pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Além da importante fase de conhecimento da estrutura genômica da cana-de-açúcar, o grupo busca também conhecer a função de cada gene, fase que poderá revelar novas vias de interesse biotecnológico. Estes grupos são totalmente financiados pelo estado e a única ligação com a indústria é indireta e não envolve transferência de tecnologia.

Nossa interação direta com os produtores regionais não é feita em contato com eles e sim através da Universidade Rural, onde este grupo do campus Leonel Miranda tem contato com os produtores da região, e para isso atualmente o que estamos fazendo é analisar as variedades de cana mais resistentes para descobrir quais são os genes que se expressam nestas variedades, mais resistentes à seca e à salinidade, em contraposição àquelas variedades mais sensíveis. E assim descobrir quais são os genes responsáveis pela resistência (Entrevista Grupo 2-RJ/1).

Através da identificação da estrutura e função dos genes de espécies avaliadas como mais produtivas para a região, avaliação que passa pelo parecer técnico dos pesquisadores do Grupo 1-RJ, além dos próprios produtores, a pesquisa acadêmica pode apresentar suas possibilidades tecnológicas aventadas pela pesquisa genética. Surge então uma rede que envolve pesquisa básica e aplicada, não necessariamente em uma relação causal. A rede se mantém principalmente pelo compartilhamento de instrumentos de pesquisa, pela complexificação das técnicas utilizadas e pela estratégia de chegar aos principais usuários.

Estes modelos de pesquisas apresentam uma dinâmica que pode ser observada segundo um modelo que articule as três esferas principais da hélice tripla. Isto é bem ilustrado na rede formada entre grupos 1, 2 e 3, porém estas esferas estão operando de maneira indireta nos resultados. O grupo 1 não tem financiamento estatal, não faz pesquisa básica, e é formado por um corpo técnico disciplinar, mas tem financiamento privado; já os grupos 2 e 3

<sup>5</sup> O projeto Genoma-cana é o maior projeto de análise de genes expressos em plantas já realizado por uma instituição pública em todo o mundo. Envolve 200 pesquisadores de 60 laboratórios localizados em 8 estados brasileiros: São Paulo, Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Norte, Minas Gerais e Alagoas. Estes laboratórios, em conjunto, identificaram 53 mil genes e agora desenvolvem trabalhos para identificar a função de cada um deles.

invertem a relação: contam com financiamento estatal, fazem pesquisa básica e transdisciplinar, mas nenhum apoio privado. A rede formada une ao mesmo tempo, financiamento privado e estatal, pesquisa básica e aplicada, ciência e tecnologia, cria núcleos transdisciplinares, mas de maneira indireta.

Neste sentido, parece haver uma diferenciação funcional relacionada ao papel desempenhado por cada esfera no Brasil. Estes casos indicam a existência de limites operacionais entre participação privada e estatal na pesquisa científica. À pesquisa privada se relaciona aplicação e disciplinaridade, com avaliação externa; à pesquisa pública, investigação básica e transdisciplinaridade, e avaliação interna (*peer review*). A dinâmica em rede extrapola estes limites operacionais, criando uma dinâmica que maximiza as possibilidades que cada esfera expõe na pesquisa, podendo criar maiores chances de inovação tecnológica.

Nos grupos do Rio Grande do Sul, a dinâmica produtora de conhecimento apresenta novos processos, novas formas e relação universidade-indústria-estado diferenciada. Os centros pesquisados têm, em sua forma de produção de conhecimento e inovação, as três esferas já articuladas, criando um mecanismo não-linear entre pesquisa básica e aplicada, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos. Estes centros têm incubadoras de empresas, escritório de transferência de tecnologia, laboratórios produtores de insumos e de diagnósticos moleculares para outros laboratórios e empresas de produção animal. Toda esta estrutura propicia a ligação entre pesquisa, desenvolvimento e inovação e demandas externas, criando redes de produtores-consumidores e produtores-produtores das mais variadas formas.

O Centro de Biotecnologia do Rio Grande do Sul, com 25 anos de existência, apresenta 14 grupos de pesquisa no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, com várias linhas prestando serviços para laboratórios acadêmicos, laboratórios clínicos e indústrias, como Laboratório de Imunologia Aplicada à Sanidade Animal (Grupo 1-RS), que oferece anticorpos sobre encomenda. Suas linhas de pesquisa envolvem ainda biologia molecular e biotecnologia de plantas, fixação de nitrogênio e biotecnologia de fungos de importância biotecnológica, entre outras. De forma geral, estas pesquisas são financiadas com recursos públicos em sua maioria, mas algumas linhas, como a “Genômica vegetal”, conta com colaboradores de diversas instituições nacionais e de empresas, com o objetivo de sequenciamento e análise de genes expressos e de genomas vegetais.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Esta linha está incluída no projeto nacional “Genolyptus: Rede Brasileira de Pesquisa do Genoma de Eucalyptus”, com financiamento estatal (Fundo Setorial “Verde-Amarelo”, Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT) e industrial (Aracruz Celulose S. A., por exemplo).

Há o projeto do Genoma do eucalipto nacional, que tem a participação das empresas, em 10 ou 20%. Então as empresas devem entrar com 1, 2, 3 milhões de reais; é um projeto que envolve muitas universidades e praticamente todas as empresas de papel e celulose; não conheço nenhum projeto completo financiado por uma empresa (Entrevista Grupo 1-RS/1).

O centro conta com uma incubadora de empresas (IE-Cbiot) onde, no momento, residem três empresas incubadas<sup>7</sup> desenvolvendo atividades em genética toxicológica, monitoramento ambiental, enzimas para a formulação de detergentes biológicos biodegradáveis e inseticida não-tóxico, para o controle de mosquitos e borrachudos em fase larval. Duas dessas empresas são ramificações de empresas que já atuavam no mercado, a saber, Tecfarm Tecnologia Química e Farmacêutica Ltda. (Tecfarm – incubada) e Pirisa Pietro Industrial Ltda. (Pirisa – incubada). Duas empresas, após período de incubação, passaram a ter sede própria e desenvolverem suas atividades a partir da experiência com a universidade, são elas a Ikro Biotec, que produz reagentes para testes de coagulação só disponíveis no mercado externo, e Simbios Biotecnologia, que desenvolve diagnósticos moleculares para laboratórios de análises clínicas e patológicas. O controle destas tecnologias foi possível graças à interação universidade-empresa, e desta interação surgiram algumas patentes divididas entre as esferas.

Estes dois lados do centro, quais sejam, aquele ligado às aplicações industriais presente na incubadora e aquele que se localiza no marco acadêmico com pouca ligação industrial, parecem reproduzir o *continuum* não nivelado da dinâmica da inovação no Brasil. Eles envolvem processos característicos que lhe são próprios. Do lado da incubadora se tem aplicações industriais, produtos e serviços e avaliação externa (empresa e mercado), do lado dos grupos, quase nenhuma interação com empresas, seguindo a lógica da publicação, ficando a avaliação condicionada estritamente aos pares.

O caso do Laboratório de Genética e Biologia Molecular (Grupo 2-RS) e da empresa encubada 4G Pesquisa & Desenvolvimento Ltda, localizado no parque tecnológico da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (Tecnopuc) difere ainda sobremaneira dos demais. Há uma maior conjunção entre interesses acadêmicos e empresariais, onde as duas lógicas, praticamente apartadas nos casos acima, se encontram, inclusive no que se relaciona à criação de papéis emergentes, como o do cientista-empresário.

A organização do parque tecnológico apresenta estruturas criadas com o objetivo de superar a incidência acadêmica. Têm-se laboratórios acadêmicos,

<sup>7</sup> Genotox - Laboratório de Genotoxicidade, Tecfarm (Enzi-Far) e Pirisa (Bio-Pirinset).

incubadoras, agência de gestão tecnológica e escritório de transferência de tecnologia, articulados na produção de inovação.

O Tecnopuc tem um escritório de patentes. O Tecnopuc é organizado da seguinte maneira: tem uma agência que se chama Agência de Gestão Tecnológica. Esta agência tem uma sede e dentro da Agência tem um escritório de patentes, só cuida de patentes e propriedade intelectual. Você tem a facilidade porque este tipo de estrutura cuida de tudo: contratos, burocracia, eles têm os advogados etc... então é um negócio que facilita enormemente o trabalho (Entrevista Grupo 2-RS/1).

A relação entre laboratório e empresa é indissociável, com temáticas relacionadas à capacidade da pesquisa do primeiro com as potencialidades técnicas do segundo. Inclusive, laboratório e empresa são vizinhos geograficamente, com cientistas e empresários circulando livremente entre os dois espaços.

Isto aqui é uma experiência nova no desenvolvimento de biotecnologia no Brasil. Que é o seguinte: se cria um grupo de pesquisa forte, na área acadêmica, para você gerar conhecimento nas áreas de biotecnologia, e, ao mesmo tempo, se cria uma empresa para todo conhecimento gerado ser convertido em tecnologia. Isto tem dado certo (Entrevista 2-RS/1).

O sistema de financiamento é mais complexo, envolvendo recursos da universidade, da empresa, do estado e ainda de empresas não incubadas. Embora ainda a maior parte dos recursos venha de bolsas de instituições federais (CNPq e Capes), alguns empreendimentos já ficam a cargo tanto de recursos da empresa ou da universidade, quanto dos contratos assinados com empresas conveniadas. Os recursos da empresa vêm através da venda de produtos criados e patenteados internamente e recentemente foi assinado um contrato entre a Pucrs, o grupo farmacêutico paulista Farmasa e a empresa 4G. É o primeiro convênio no Brasil entre universidade e empresas para a criação de medicamentos com tecnologia totalmente nacional, desde a elaboração até a produção em grande escala. O acordo prevê a construção de um novo centro de pesquisa e desenvolvimento (P&D) a ser construído no Parque Tecnológico, com financiamento aprovado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

Esta forma de organização da pesquisa já envolve um número maior de avaliadores, de distintas perspectivas e um ajuste fino destas perspectivas em torno do quê pesquisar, como pesquisar e para quem pesquisar. Isto envolve a empresa incubada, o laboratório, a universidade, os empresários, os órgãos

governamentais, entre outros. Toda esta dinâmica de produção de conhecimento envolvendo universidade, estado e indústria – se se aceita que esta relação produz uma série de processos emergentes inéditos – acaba retornando para cada esfera e esta agora tem que reagir a esta nova forma, re-significando seus processos internos característicos. Por exemplo, em relação às publicações científicas, se observa que a submissão a determinadas revistas segue objetivos que estão além do prestígio acadêmico ou da acumulação do capital científico. O sentido de publicar, nesta forma de produzir conhecimento, é alterado como consequência da dinâmica das três esferas.

Um dia eu recebi um e-mail, o cara perguntando que tinha lido em revistas tais, um artigo tal, aí me perguntou: você tem o clone? (...) Eu não fiz o contato, eles é que fizeram o contato. Mais uma vez é a importância da pesquisa científica no desenvolvimento de produtos. Sem a pesquisa científica nós não teríamos publicado estes *papers*, e o cara não teria visto, se eu partisse direto para produzir e não publicasse, ele não iria me conhecer (Entrevista Grupo 2-RS/1).

Neste caso se pode observar que o estreitamento de laços entre universidade, indústria e estado produz um processamento em *feedback* entre as esferas de produção de ciência e tecnologia e a forma emergente inaugurada. Relaciona avaliação por pares e avaliação externa, uma indissociabilidade entre pesquisa básica e aplicada, ciência e tecnologia, criando um lócus mais propício à inovação. As consequências dessa nova forma de operar a produção do conhecimento científico, no plano das esferas envolvidas, são absorvidas de acordo com a estrutura característica de cada uma, que se altera e é alterada concomitantemente, em um processo denominado “transição sem fim”.

## Conclusão

Destas observações acima decorrem algumas conclusões que dizem respeito aos modelos analíticos importados, mas também às formas de se construir modelos analíticos alternativos. O quadro empírico que acima se apresenta extrapola os limites conceituais do modo 2 e da hélice tripla. Não que estes modelos sejam equivocados, pelo contrário, algumas proposições correspondem a processos observados, mas talvez a configuração institucional da periferia do sistema exija modelos mais complexos de observação. Os casos desaprovam o enquadramento dos dados empíricos dentro de modelos duais, como uma passagem de modo 1 para modo 2, ou ainda um modelo de inovação que pressuponha necessariamente a existência de relação entre universidade, indústria e estado, como o modelo de hélice tripla. Pesquisas disciplinares

podem ser feitas no contexto da aplicação, serem avaliadas por pares e ao mesmo tempo pelos consumidores, como ilustra o caso do grupo 1-RJ. Pesquisas transdisciplinares podem envolver um sistema de avaliação simples, de tipo acadêmico (*peer review*) como é o caso dos grupos da Uenf. Porém, com a formação da rede de pesquisa entre estes grupos, isto se mistura, criando um âmbito emergente de inovação. O caso da Ufrgs ilustra uma dificuldade maior de análise. Nele, combinam-se interesses acadêmicos e empresariais, avaliação por pares e atores externos, ciência básica e aplicada, ou seja, depende de quais grupos e âmbitos se observam (centro de pesquisa ou incubadora). Em alguns grupos se articulam interesses empresariais e acadêmicos, como naquele que é vinculado ao mapeamento do genoma do eucalipto, em outros a incidência é acadêmica. O caso da incubadora já ilustraria uma dinâmica de outra ordem, modo 2 ou hélice tripla, que se apresenta também na incubadora da PUC e na empresa 4G. Nestes casos a interação é instantânea e eles se autoalimentam, na escolha de temáticas de pesquisas específicas e no uso de técnicas, por exemplo. Há uma imbricação de lógica empresarial com acadêmica, repercutindo na criação de um papel social escasso no Brasil, a saber, a do cientista-empresário.

As distintas formas de produção de conhecimento se reproduzem e se articulam constringidas por esferas funcionais como o estado e a economia. À autonomia processual da ciência, de métodos e teorias, se contrapõe sua existência contextual, que lhe impõe limites financeiros, legais, culturais, entre outros. Assim, discutir produção do conhecimento envolve a discussão da forma como a própria sociedade se organiza em contextos distintos. Atualmente, uma miríade de outros atores é envolvida na produção de conhecimento científico e tecnológico, e é esta complexificação na forma tecnocientífica contemporânea que tem desafiado modelos analíticos.

## Referências

- AZEVEDO, Nara *et al.* Pesquisa científica e inovação tecnológica: a via brasileira da biotecnologia. *Dados*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 1, p. 139-176, 2002.
- BECK, Ulrich. The terrorist threat: world risk society revisited. *Theory, Culture & Society*, London, v. 19, n. 4, p. 39-55, 2002.
- BOURDIEU, Pierre. O campo científico. In: ORTIZ, Renato (Org.). *Pierre Bourdieu: Sociologia*. São Paulo: Ática, 1983.
- BUSH, Vanevar. Ciência, la frontera sin fin. *Redes*, Buenos Aires, v. 14, n. 1, p. 89-137, nov. 1999.
- CHESNAY, François. *A mundialização do capital*. São Paulo: Xamã, 1996.

- DOUGLAS, Mary; WILDAVSKY, Aaron. *Risk and culture: an essay on the selection of technological end environmental dangers*. Berkeley: University of California Press, 1983.
- ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation: from national Systems and 'mode 2' to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, New York, v. 29, p. 109-123, 2000.
- ETZKOWITZ, Henry. Innovation in innovation: the triple helix of university-industry-government relations. *Social Science Information*, London, v. 42, n. 3, p. 293-337, 2003.
- FUJIGAKI, Yuko; LEYDESDORFF, Loet. Quality control and validation boundaries in a triple helix of university-industry-government: 'mode 2' and the future of university research. *Social Science Information*, London, v. 39, n. 4, p. 636-655, 2000.
- GIBBONS, Michael et al. *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage, 1994.
- HEMLIN, Sven; RASMUSSEM, Soren B. The shift in academic quality control. *Science, Technology, & Human Values*, London, v. 3, n. 2, p. 173-198, Mar. 2006.
- HESS, David J. *Science Studies: an advanced introduction*. New York: New York University Press, 1997.
- KNORR-CETINA, Karin. *Epistemic cultures: how the science make knowledge*. Cambridge: Harvard University Press, 1999.
- MACIEL, Maria Lúcia. Hélices, sistemas, ambientes e modelos: os desafios à sociologia da inovação. *Sociologias*, Porto Alegre, v. 6, jul.-dez. 2001.
- MAY, Tim. Transformations in academic production content, context and consequence. *European Journal of Social Theory*, London, v. 8, n. 2, p. 193-209, 2005.
- MIROWSKI, Philip; VAN HORN, Robert. The contract research organization and the commercialization of scientific research. *Social Studies of Science*, London, v. 35, n. 4, p. 503-548, Aug. 2005.
- MOREL, Regina L. de M. *Ciência e estado: a política científica no Brasil*. São Paulo: T. A. Queiroz, 1979.
- SHINN, Terry. The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking on Science and Technology. *Social Studies of Science*, London, v. 4, n. 32, p. 599-614, 2002.
- SUTZ, Judith. The university-industry-government relations in Latin America. *Research Policy*, v. 29, p. 279-290, 2000.
- TRIGUEIRO, Michelangelo G. S. A comunidade científica, o estado e as universidades do atual estágio de desenvolvimento científico tecnológico. *Sociologias*, Porto Alegre, v. 6, p. 30-51, jul.-dez. 2001.