

Construção, usos sociais e busca de legitimidade das tecnologias da geoinformação do INPE

Paulo Augusto Sobral Escada*

Guilherme Reis Pereira**

Resumo Este artigo analisa a experiência de um grupo de cientistas e especialistas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que buscou consolidar e legitimar, ao longo de duas décadas, um modo próprio de produção de conhecimento científico e tecnológico. Mudanças de paradigma da Política de C&T, nos anos 1990, retiraram o apoio governamental de seus desenvolvimentos, obrigando-os a mudar suas ações estratégicas para que permitisse manter e preservar o modelo endógeno e autônomo de produção do conhecimento. O artigo trabalha com a perspectiva de Pierre Bourdieu (2001), aplicada ao campo científico, e a noção de “translação” de Bruno Latour (2000). A abordagem sociológica contempla e naturaliza os jogos de interesses e disputas no interior do campo científico, bem como destaca o processo de legitimação científica e social do conhecimento. O artigo tem como objetivo principal oferecer uma contribuição aos processos de discussão do modelo das políticas de CTI, principalmente na definição dos conhecimentos a serem produzidos e absorvidos pelo processo de desenvolvimento econômico e social do país. O artigo destaca a necessidade de se ampliar e aprofundar mecanismos democráticos, adotando maior inclusão e transparência nas disputas do campo científico e das políticas de C&T, condições básicas para alcançar um consenso geral que permita emergir um desenvolvimento desejado e planejado por boa parte da sociedade.

Palavras-chave: Sociologia do Conhecimento, produção de conhecimento, legitimação, democracia e desenvolvimento

Construction, social uses and legitimation of geoinformational technologies at INPE

Abstract This article analyzes the experience of a group of scientists and specialists from the National Institute of Space Research (INPE) who aimed to consolidate and legitimize, throughout two decades, its own way of producing scientific and technological knowledge. Changes of paradigm in Science, Technology and Innovation (STI) Politics, during the 90s, removed governmental support from its developments, compelling scientists to change their strategic actions in order to preserve their endogenous and independent model of knowledge

* Doutor em Ciência Política pela Universidade de São Paulo (USP). Analista em Ciência e Tecnologia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Endereço postal: INPE, Avenida dos Astronautas, 1.758, Jardim da Granja, - São José dos Campos, São Paulo, CEP 12227 -010. Telefones (12) 3208 6641 e (12) 9135-3430 e e-mail paulo.escada@cptec.inpe.br

** Doutor em Política Científica e Tecnológica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Endereço postal: Caixa Postal 1524, Campus Universitário, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, CEP. 59078-970. Telefones (84) 3342-2387 e (84) 99098221 e e-mail guilhermepereira@ect.ufrn.br

production. The article uses Pierre Bourdieu's (2001) perspective applied to scientific field and the notion of "translation" from Bruno Latour's (2000) point of view. The sociological approach contemplates and naturalizes interest games and disputes in the scientific field, as well as emphasizes the scientific and social legitimating process of knowledge. The main objective of this article is to offer a contribution to STI politics model discussion processes, mainly those that define the knowledge produced and absorbed by the Brazilian economic and social development process. The article highlights the necessity of extending and deepening democratic mechanisms, adopting more inclusiveness and transparency into the scientific field and STI politics, basic conditions to reach a general consensus so that a desired and planned development by the majority of society may emerge.

Keywords: sociology of knowledge, knowledge production, legitimation, democracy and development

Introdução

A obra de Thomas Kuhn tornou-se referência à crítica sobre os impactos da Ciência e Tecnologia (C&T) na sociedade do pós-Segunda Guerra, estimulando ainda a produção de novas linhas de pensamento e formulações teóricas para analisar a dinâmica entre o conhecimento e a sociedade. Diferentes frentes e correntes teóricas surgiram nos Estados Unidos e Europa (DAGNINO, 2006), principalmente nos anos 70 e 80, tendo no âmbito acadêmico o surgimento e fortalecimento de correntes da sociologia do conhecimento científico, filosofia da ciência, história da ciência, entre outras disciplinas que em comum adotavam uma visão mais dinâmica e integrada das relações entre a ciência, tecnologia e sociedade.

Autores identificados pela linha do construtivismo assumiram o pressuposto de que a ciência é socialmente construída (PINCH e BIJKER, 1984; KNORR-CETINA, 1981; CALLON, 1980; LATOUR, 2001; BOURDIEU, 2001). As análises sociológicas deveriam englobar questões institucionais da ciência, como propunha Robert Merton (1992), fundador da Sociologia da Ciência, mas também considerar seus processos internos, ou seja, abrir a caixa preta da ciência (LATOUR, 2001).

Esta nova perspectiva de análise passou a dominar a literatura da área ampliando o escopo de investigação sociológica sobre a ciência e tecnologia. A legitimação da ciência, tema que trata este artigo, também passa a ser de interesse analítico na medida em que se observa práticas científicas e tecnológicas que de algum modo se articulam com diferentes setores da sociedade (ELZINGA e JAMISON, 1995). BLOOR (2009) argumenta que mesmo áreas duras da ciência em que a objetividade parece ser sustentada pela prática rigorosa do método científico, como a matemática e a física, as escolhas subjetivas influenciam e tomam parte da produção do conhecimento. Desta forma, temas antes não abordados pela investigação sobre o universo da ciência, passaram a fazer parte dos estudos da área.

Neste artigo, pretende-se refletir como as fontes de legitimação da produção do conhecimento científico e tecnológico, dentro desta perspectiva, não têm se limitando apenas ao meio científico – que julga o que é válido pelo filtro da cultura meritocrática – ou ainda a setores do governo, que elegem áreas estratégicas e instituem grandes programas de pesquisa (como na era da *Big*

Science). Temas como uso de células-tronco de embriões na pesquisa, transgênicos e biotecnologias provocaram nas últimas décadas controvérsias e intensos debates que extrapolaram o âmbito acadêmico, desencadeando processos que influenciaram o modo de produção do conhecimento.

Em sociedades que tendem a abrir espaço a setores organizados nas tomadas decisões e que buscam adotar os valores democráticos nos diferentes processos da vida coletiva, a legitimação da produção do conhecimento científico passa a ganhar uma dimensão social também fora de seu campo. Não se trata apenas de produzir ciência para o desenvolvimento social e econômico, obedecendo ao modelo linear por oferta (*science push*) ou mesmo o modelo de oferta por demanda (*demand pull*)¹. Tais processos seguem caminhos díspares, nem sempre lineares, colocando em pauta questões diferentes, como, por exemplo, a necessidade de conformação das práticas científicas e tecnológicas a um padrão ético socialmente desejado.

O artigo pretende explorar, a partir de um estudo de caso, a questão da legitimação do conhecimento compreendida dentro de um processo dinâmico, através do qual o mundo da ciência constroi e estabelece relações e vínculos internos, mas também com outros setores da sociedade. Na primeira parte do artigo, serão apresentados os referenciais teóricos e conceitos da análise, abrindo a discussão que se pretende desenvolver. Bourdieu é a principal referência teórica para tratar das noções pertinentes ao campo científico, visto como um campo de disputas e conflitos no qual cientistas buscam ampliar seu poder simbólico e material. Noções no interior da Teoria Ator-Rede, de Bruno Latour, também serão referenciadas com o intuito de compreender os meios pelos quais o conhecimento é produzido, frente às múltiplas conexões e articulações da ciência com outros sistemas sociais. A discussão sobre legitimação, por sua vez, toma como base o modelo desenhado por Michelangelo Trigueiro (2009) para representar a produção do conhecimento científico e tecnológico.

O estudo de caso – a produção do conhecimento científico e tecnológico pela equipe da Divisão de Processamento de Imagem (DPI), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – é utilizado para mostrar como a questão da legitimação é trabalhada e traduzida sob diferentes formas desde questões disciplinares inerentes ao mundo científico e tecnológico (também socialmente construído), até a busca de alianças interinstitucional e política no sentido da *politics*.

Será feito um recorte histórico da DPI, dividido em duas fases: na primeira, serão apresentados os primeiros desenvolvimentos deste grupo de cientistas e pesquisadores, que tinham como objetivo imediato transpor e adaptar tecnologias (hardware e software) de tratamento e processamento de imagens de um computador de grande porte para máquinas do tipo PC (*Personal Computer*), sob o estímulo da Lei de Informática; na segunda fase, mostra-se a DPI, sem o apoio governamental, em busca de alternativas para sustentar o modelo de produção de conhecimento então estruturado, realizando uma série de adaptações frente a mudanças econômicas, políticas e tecnológicas que marcaram o início dos anos 90.

A experiência relatada busca destacar e explorar a questão da legitimação, tendo em vista a intensificação das conexões e articulações da ciência com os diferentes setores da sociedade. Tal perspectiva reposiciona o debate a uma dimensão ainda muito pouco discutida, instigando questões como: quais são os atores e valores que definem e qualificam a elaboração das políticas públicas do setor?

¹ Cfe. Ruivo (1994), no qual sistematiza os modelos de produção do conhecimento científico e tecnológico.

Construtivismo como perspectiva de análise

A idéia de campo científico é central no pensamento de Bourdieu. É definido como “o universo no qual estão inseridos os agentes e as instituições que produzem, reproduzem ou difundem (...) a ciência. (...) é um mundo social como os outros, mas que obedece a leis sociais mais ou menos específicas” (2004, p. 20). Trata-se de um campo social estruturado no qual forças sociais atuam e interagem delimitando as possibilidades da ação do sujeito. É constituído por conflitos entre os atores (individuais ou coletivos) que competem por recursos simbólicos (notoriedade e reconhecimento) e materiais. O sentido da lutas travadas neste campo se dá, em última instância, pela apropriação e controle dos meios de produção e de reprodução, com a finalidade de concentrar capital e poder.

As possibilidades de ação do ator científico estão condicionadas à posição que ocupa no campo social frente à força relativa de outros atores, força esta que emana de um capital científico acumulado ao longo de sua carreira. Este capital é conferido de duas formas: pelos pares através de processos (muitos deles ritualísticos) de reconhecimento da capacidade científica e a partir de posições ocupadas em áreas administrativas da ciência. O capital científico vincula-se, portanto, a dois tipos de poder.

(...) de um lado, um poder que se pode chamar temporal (ou político), poder institucional e institucionalizado que está ligado à ocupação de posições importantes nas instituições científicas, direção de laboratórios ou departamentos, pertencimento a comissões, comitês de avaliação etc, e ao poder sobre os meios de produção (contratos, créditos, postos etc) e de reprodução (poder de nomear e de fazer as carreiras) que ela assegura. De outro, um poder específico, “prestígio” pessoal que é mais ou menos independente do precedente, segundo os campos e as instituições, e que repousa quase exclusivamente sobre o reconhecimento, pouco ou mal objetivado e institucionalizado, do conjunto de pares ou da fração mais consagrada dentre eles. (BOURDIEU, 2004, p. 35)

Segundo Bourdieu, a acumulação destes dois tipos de capital (temporal/institucional e científico puro) ocorre de forma distinta. No primeiro caso, o capital “institucional” é obtido a partir de estratégias políticas que exigem tempo e participação em comitês, comissões, reuniões, cerimônias etc; enquanto o capital científico “puro” é adquirido e se amplia “pelas contribuições reconhecidas ao progresso da ciência, as invenções ou as descobertas” (2004, p.36), ou seja, está associado ao reconhecimento das contribuições científicas pelos pares no interior das disciplinas. A distribuição destas duas espécies de capital estrutura, por sua vez, as relações do campo científico.

Do ponto de vista disciplinar (cognitivo-epistêmico), o campo científico é o lugar das lógicas práticas do investigador cuja mola propulsora que o impulsiona à ação, é o *habitus* científico, definido como “teorias realizadas, incorporadas,” a ciência constituída e consolidada que orienta e organiza as práticas do pesquisador. O *habitus* é o princípio geral da teoria da ação, o indivíduo não necessariamente tem consciência do caráter diferenciador que o induz a desenvolver práticas científicas específicas; por outro lado, o *habitus* é também o “princípio específico, diferenciado e

diferenciador, de orientação das ações de uma categoria particular de agente [no interior de uma disciplina], ligado a condições particulares de formação” (BOURDIEU, 2004, p. 64).

As práticas científicas são orientadas pela percepção do *sentido do jogo*, habilidade adquirida pelo investigador, que experimenta e se familiariza com as regras e regularidades disciplinares e cognitivas (BOURDIEU, 2004). O *sentido do jogo* configura-se como uma noção fenomenológica, não plenamente racionalizada, que em geral direciona a percepção e as práticas do pesquisador em ação, para além do uso de métodos e técnicas formais, mas com base nestes. O sentido do jogo predispõe as intuições e *insights* do pesquisador em suas práticas criativas e inventivas.

Bourdieu preocupa-se com a caracterização do campo científico, com os mecanismos estruturais que o institui e reproduz, mas pouco descreve sobre as conexões deste universo com outros campos sociais. Sobre esta possibilidade, na realidade, o autor mostra-se preocupado e crítico às aberturas ao mundo externo, em especial ao campo econômico/financeiro que teria como objetivo a mercantilização da ciência. Este processo, na sua opinião, representa perda de autonomia e da capacidade dos cientistas definirem os rumos das práticas sob seu domínio.

Diferente de Bourdieu, Bruno Latour desenvolve uma metodologia - a Teoria Ator-Rede (*Actor Network Theory - ANT*) – que coloca no centro do processo de produção do conhecimento estas conexões. São estas relações que compõem os mecanismos típicos da “ciência em ação” nos laboratórios, onde as controvérsias se situam e se resolvem na construção da tecnociência². Apesar de compartilharem a mesma perspectiva construtivista, os dois autores estruturam suas ideias de forma totalmente diferente, em oposição do ponto de vista ontológico, levando a rumos (normativos) igualmente diferentes.

Segundo Latour (2001), os conhecimentos produzidos nos laboratórios alteram as experiências dos não-especialistas em seus próprios mundos sociais. E, em contrapartida, estes mundos sociais alteram o fazer nos laboratórios. A discussão do exercício de produção dessas cadeias conduz à noção de “translação” e ao tratamento dos laboratórios como centros de translação. Essa noção expressa a simetria entre os micro-processos que ocorrem no cotidiano das equipes e as negociações que envolvem um universo dilatado de elementos e questões, reunindo tanto especialistas como não-especialistas. Expressa assim a permeabilidade entre o lugar onde se realizam as práticas da produção científica e tecnológica e o seu entorno, abrindo a possibilidade de se produzir análises simétricas (que não estabelecem hierarquias entre os agentes) e sócio-técnicas.

Neste sentido, a produção contínua de conexões não implica, necessariamente, que a translação abarque processos lineares. Ela antes envolve rupturas, alianças e conflitos. A translação, portanto, jamais é completamente descontextualizada, designando, a cada estudo, certa gama de processos, deixando de designar outros tantos.

Diferente do campo previamente estruturado de Bourdieu, as translações não são formadas desde o princípio por elementos, categorias e lógicas pré-existentes de diferentes mundos sociais. Latour não acredita na existência de realidades dadas, determinantes, esperando que sejam mobilizadas. As conexões entre os atores envolvidos - parlamentares, legisladores, grupos sociais e cientistas – ocorrem, ou não, sempre de modo distinto. São sempre possíveis, mas nunca absolutamente prováveis. Logo, podem ser formadas por elementos muito diversos ou

² Segundo Jorge Nuñez (2000), o termo representa a crescente conexão e interdependência, no mundo contemporâneo, da ciência e tecnologia, sem que as mesmas percam suas respectivas identidades, mas provavelmente a hierarquia existente entre elas, pela ascensão da tecnologia nas últimas décadas.

não. Portanto, se existe uma estrutura social que modela tais performances, ela é constituída caso a caso, nunca previamente.

A percepção sócio-técnica presente na Teoria Ator-Rede considera a construção de redes sociais, nas quais interação não somente agentes humanos, mas também humanos e não humanos (uma infinidade de materiais), sem haver previamente uma relação hierárquica entre estes. Assim como os seres humanos têm suas preferências – preferem interagir de certas formas e não de outras – os materiais ou artefatos que compõem as redes heterogêneas do social também têm as suas preferências. Segundo Law (1992), máquinas, arquiteturas, roupas, textos – todos contribuem para o ordenamento do social.

De acordo com a noção de rede, importa não somente a idéia de vínculo, de aliança, mas o que estes produzem e os efeitos decorrentes dos mesmos. Frente à lógica da rede sócio-técnica, através qual a ciência é construída, os cientistas tenderiam a entrelaçar atividades específicas em torno de cinco anéis específicos, como descreve Abramoway (2008), citando Latour:

- a) **mobilizar o mundo** por meio de um conjunto de instrumentos materiais, sejam eles ratos de laboratório, reatores nucleares, bases de dados estatísticos, arquivos históricos, seqüências genômicas ou campos de experimentação agrônômica;
- b) **construir a autonomia**, ou seja, buscar um conjunto de colegas e de instituições que vão constituir a audiência especializada dos cientistas. “Nós, cientistas, não temos clientes, só temos colegas, nossos caros colegas” (Latour, 1995). A credibilidade de um resultado científico supõe colegas que possam julgá-lo: “Um especialista isolado é uma contradição nos termos” (Latour, 2001);
- c) **formar alianças e buscar aliados**: industriais, políticos, membros da burocracia governamental, que passam a tomar parte nas próprias polêmicas científicas (como os Organismos Geneticamente Modificados - OGMs), células-tronco, energia nuclear, ondas eletromagnéticas emitidas pelos aparelhos celulares, contribuição dos biocombustíveis para a redução do aquecimento global etc).
- d) responder por relações importantes com a opinião pública, com a **representação social** não formalizada e que se traduz pela imprensa, por associações de interesse tópico e localizado. Da mesma forma que as dimensões anteriormente citadas, esta exige dos cientistas um conjunto de competências específicas. Opiniões exteriores ao âmago da atividade científica não são irrelevantes. Os cientistas reconhecem, hoje mais do que nunca, a importância da capacidade de negociar para que possam legitimar frente a opinião pública e autoridades, a continuidade de suas pesquisas;
- e) elaborar conceitos, categorias, teorias, hipóteses e métodos para demonstrar suas ideias. Ao fazerem isto, constituem os **laços e os nós** que permitem a mobilização do mundo, a construção da audiência junto a colegas, as alianças para a obtenção dos mais variados tipos de apoio e a legitimidade da pesquisa frente à demanda da opinião pública. (p. 6-7)

Apesar dos diferentes pontos de vista dos dois autores em questão, será adotada, para a descrição das duas fases da história da Divisão de Processamento de Imagens do INPE, preferencialmente a perspectiva estrutural-constructivista de Bourdieu, cuja interpretação do campo científico parece fundamental à compreensão da lógica sobre a qual a produção do conhecimento científico e tecnológico se estrutura. Por outro lado, Bourdieu parece não apontar soluções adequadas a certos processos que compõem a produção do conhecimento científico, e que estão na base da

Teoria Ator-Rede de Latour, bem como de autores que o acompanham nesta abordagem que destaca a “ciência em ação”.

Tratamento de imagens e o geoprocessamento no INPE e o “espírito” desenvolvimentista

Desde os primórdios do INPE, início dos anos 60, além da pesquisa básica na área espacial, investiu-se no domínio das tecnologias relacionadas ao uso de imagens de satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto. As tecnologias espaciais eram de interesse estratégico aos governos militares. Impulsionada pelo *boom* econômico dos anos 70 (governos Emilio G. Médici – 1970-1974 e Ernesto Geisel – 1974-1979), a área da C&T recebeu um dos orçamentos mais altos até então registrados, mesmo em comparação com os dos governos seguintes (MOTOYAMA, 2004). Neste período, determinados setores da ciência aplicada, como a área espacial, foram beneficiados.

No final dos anos 70, a experiência na área de Tratamento e Processamento de Imagem – disciplina ainda muito nova no Brasil e no mundo - estava em curso em dois setores de engenharia do INPE: um na Meteorologia, com aplicações dedicadas a esta área, e outro no Departamento de Informática, cujos desenvolvimentos eram voltados a uma série de pesquisas no Departamento de Sensoriamento Remoto, em áreas como ecologia, biologia, engenharia florestal, agronomia, planejamento urbano, oceanografia, cartografia etc.

Os cientistas ligados aos esforços de tratamento e processamento de imagens eram formados principalmente em Matemática e Ciência da Computação. O objetivo primordial era extrair e interpretar dados a partir de determinados padrões de imagens obtidas com sensores a bordo de satélites³.

Em 1981, a SEI (Secretaria Especial de Informática), órgão regulador do governo federal no período da Lei de Informática, consultou o INPE sobre a possibilidade de desenvolver um sistema de processamento de imagens de satélite em um minicomputador. O INPE estava há quase uma década desenvolvendo atividades na área. Contava com uma estação de recepção e processamento de imagens do satélite Landsat-1, em Cuiabá (MT), e realizava desenvolvimentos num computador de grande porte, o Image-100, para aperfeiçoar o processamento e tratamento de imagens.

Com o crescente interesse nas imagens de satélite para aplicações em diversas áreas, os dois grupos que atuavam no INPE se organizaram e se uniram, com o apoio da direção do INPE, para formar a Divisão de Processamento de Imagem (DPI). Alguns anos depois, começaram a explorar também os conhecimentos de geoprocessamento, disciplina nova que passaria a se chamar Ciência da Geoinformação, que do ponto de vista das aplicações era complementar ao de processamento e tratamento de imagens.

A Ciência da Geoinformação utiliza técnicas computacionais para o tratamento da informação geográfica. Dela derivam ferramentas computacionais chamadas *Sistemas de Informação Geográfica* (SIG ou no inglês GIS – *Geographical Information Systems*), que permitem realizar estudos e análises sobre diferentes temas que tenham como base o território ou a superfície da

³ Mas que também poderiam ser extraídas de imagens com aplicações em outras áreas, como a médica.

Terra. Podem automatizar a produção de documentos cartográficos, para análises de recursos naturais, de mudanças do uso do solo, transportes, comunicações, energia, planejamento urbano e regional, entre outros temas.

Para desenvolver o produto solicitado pela SEI, pedido originado na EMBRAPA, os engenheiros do Departamento de Informática fizeram a transposição dos algoritmos do Image-100 para um minicomputador nacional, um CISCO (FREITAS, 2009). Foi acoplada a este computador a UAI (Unidade de Análise de Imagens), desenvolvida pelo grupo de engenharia da Meteorologia, com o objetivo de aperfeiçoar as tecnologias e ferramentas para visualizar a evolução das frentes frias sobre o continente sul-americano. A junção das duas tecnologias num único produto resultaria, anos mais tarde, no SITIM – Sistema de Tratamento de Imagem, que permitia processar e corrigir imagens de satélite a partir de técnicas computacionais.

Em 1982, deu-se início aos desenvolvimentos na área de geoprocessamento para serem associados ao SITIM. Também neste ano, foi criada a FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais – que ficaria responsável por atividades que o INPE, por sua natureza institucional e jurídica, não poderia executar, como contratar e executar projetos, reproduzir e comercializar protótipos e oferecer assistência técnica. Neste arranjo institucional, o INPE ficou responsável pelos desenvolvimentos científicos e tecnológicos, e a Engespaço, empresa criada em 1983 pela FUNCATE, pela industrialização, comercialização e manutenção dos produtos desenvolvidos.

A criação da Divisão de Processamento de Imagens (DPI) ocorreu oficialmente em 1984, quando chegou ao INPE um microcomputador PC/IBM para aperfeiçoar os primeiros desenvolvimentos já realizados no CISCO. Nesta época, os engenheiros do Departamento de Informática se destacavam pela capacidade técnico-científica e alguns deles pela liderança política, mostrando-se atuantes na definição dos rumos da nova divisão.

Boa parte dos engenheiros, ainda em início de carreira, não contava com um capital científico consolidado, que os habilitassem a assumir postos chave da administração. Eram poucos com título de mestrado e doutorado (SOUZA, 2009), muito embora boa parte destes engenheiros, lideranças emergentes, fosse graduada nas melhores escolas de engenharia do País. Mesmo assim, participavam e se articulavam ativamente para influenciar a condução dos rumos da DPI (MONTEIRO, 2009), motivados por um espírito empreendedor desenvolvimentista⁴ muito comum no INPE na época.

A DPI foi aos poucos estendendo sua influência, primeiro dentro do INPE, convencendo os pesquisadores do Departamento de Sensoriamento Remoto, ao qual eram vinculados, a fazer uso de tais tecnologias, demonstrando seu potencial uso, vantagens e benefícios⁵. Para aumentar o número de adeptos, a DPI também se lançou a busca de parcerias e alianças científicas, tecnológicas e políticas com universidades, centros de pesquisa, empresas, além de setores do governo interessados no uso das tecnologias de geoprocessamento.

O grupo da DPI teve a seu favor as políticas estruturais (nacional-desenvolvimentista, política de informática e de C&T militar) que forneceram as condições que facilitaram a autonomização científica, tecnológica e política do grupo. Os condicionantes em nível macro, como também

⁴ De modo geral, as práticas dos engenheiros do INPE, principalmente na época da orientação nacional-desenvolvimentista da política economia, estavam voltadas à independência e à autonomia tecnológica.

⁵ Em muitos casos, procurava-se convencer o pesquisador para o uso do computador, tendo em vista a resistência ao uso desta ferramenta mesmo para uso pessoal. As atividades com imagens de satélites eram realizadas inicialmente em papel.

aqueles em nível institucional, se articulavam e se combinavam de tal forma que favoreciam os desenvolvimentos da DPI.

O principal resultado tecnológico do período de 1984 a 1992 foi o desenvolvimento do SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens) e do SGI (Sistema de Informações Geográficas) para ambiente PC. A chegada ao mercado dos PCs a um custo mais acessível, ampliava a possibilidade de maior número de usuários. Além disso, as evoluções tecnológicas apontavam para o aumento da capacidade de armazenamento e processamento de dados, fatores essenciais ao uso de imagens de satélite, que ocupavam grande espaço em disco rígido.

A DPI desenvolveu a Unidade de Visualização de Imagem (UVI), a partir da UAI (Unidade de Análise de Imagens), apresentada em 1984, na Feira de Informática, realizada no Rio de Janeiro. Também neste mesmo ano, a primeira versão do SITIM, o SITIM-110, foi lançada no Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, no Rio de Janeiro. Em 1985, o INPE fez a entrega do primeiro SITIM-110 para o Laboratório de Sensoriamento Remoto de Campina Grande (PB), como parte da política de C&T da época, que favorecia os desenvolvimentos da DPI.

O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), através da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), deu apoio à instalação de laboratórios regionais de sensoriamento remoto dotados de tais equipamentos e infra-estrutura, financiando a compra do SITIM, que era produzido pela Engespaço. Em 1986, o Sistema de Informação Geográfico (SGI) foi lançado no Congresso Brasileiro de Sensoriamento Remoto, em Gramado. No ano seguinte, o primeiro SITIM-150 foi entregue ao Instituto Oceanográfico da USP. Ainda haveria o SITIM 200 e 300 (SOUZA et al., 1986), absorvendo os avanços tecnológicos de informática.

No final dos anos 80, a trajetória dos desenvolvimentos da DPI levou a convergência das tecnologias de tratamento de imagens e de sistema de informações geográficas a uma mesma base computacional: o SITIM/SGI, em ambiente PC-DOS, pioneiro internacionalmente. Enquanto a primeira versão foi lançada no Brasil em 1986, apenas em 1988 o principal fabricante americano (ESRI), líder de mercado, lançou um produto para microcomputadores (PC-ArcInfo), mas com capacidade inferior ao SITIM/SGI.

A DPI procurou se apoiar em grandes programas que fariam uso do sensoriamento remoto, tanto no INPE, como em outras instituições do país. Internamente, o grupo atendeu a outros setores da instituição, como o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), instituições do país (como o INMET) e estrangeiras, como o Centro Europeu de Previsões de Tempo de Médio Prazo (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF*).

Esta rede de relações fortaleceu o reconhecimento científico e tecnológico do grupo. Do ponto de vista comercial, a Engespaço teve um ganho de US\$ 7 milhões com a comercialização do SITIM e SITIM/SGI em um período inferior a 10 anos.

A contribuição dos pesquisadores da DSR, que deveriam ser os principais usuários das tecnologias da DPI dentro do INPE, não se limitou a disseminação de seus produtos. Também foram fundamentais no aperfeiçoamento do conhecimento produzido pela DPI ao apontar necessidades de aperfeiçoamento dos aplicativos. A evolução da informática, que colocava no mercado máquinas de melhor desempenho e novos recursos, também abriu outras frentes de desenvolvimento. Os avanços nas áreas científica e tecnológica neste período, projetando um modelo de práticas tecnológicas bastante específico, com o apoio governamental, foi fundamental a este grupo de pesquisadores para enfrentar a difícil fase que viria nos anos seguintes.

Perda de apoio político e um novo projeto: o SPRING

No início da década de 90, a crise econômica, impulsionada pela alta inflacionária e falta de recursos para investir no desenvolvimento econômico, impactaram duramente o País, atingindo todos os setores do governo, incluindo a área de Ciência e Tecnologia. A falta de recursos, no entanto, não impediu que a DPI desse continuidade a seus desenvolvimentos, já que não dependia de grande soma de recursos, mas principalmente do esforço do grupo, apesar da perda de pessoal com o grande achatamento salarial promovido no governo Fernando Collor de Melo (1990-1992). O fim da reserva de mercado de informática, em 1992, também não afetou os desenvolvimentos, pelo contrário, ampliou as possibilidades tecnológicas com a abertura às importações de equipamentos e acessórios de informática.

Por outro lado, a perda do apoio político governamental e mudanças na política de C&T, nas regras de financiamento da pesquisa, abalaram a sustentabilidade do modelo de desenvolvimento tecnológico praticado pela DPI. A FNEP, sem recursos e sob nova orientação, deixou de apoiar os desenvolvimentos da DPI. A Engespaço, empresa que industrializava e comercializava o sistema SITIM/SGL, com financiamento da FINEP, não conseguiu resistir à crise. Segundo Câmara (2009), a onda neoliberal dominou o campo da política da C&T. A recomendação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) era abandonar os desenvolvimentos para o que já havia disponível no mercado internacional. Os investimentos deveriam ser direcionados para o aprendizado de uso das tecnologias importadas, o que a DPI se recusaria a fazer (CÂMARA, 2009).

Mesmo diante de um cenário repleto de complicadores, com exceção do tecnológico, decidiu-se iniciar um novo projeto: o SPRING - Sistema para Processamento de Imagens Digitais. Restava buscar uma base sustentável para o modelo de produção do conhecimento da DPI, que pretendia continuar atuando dentro de uma linha de geração de inovação, preservando a autonomia científica e tecnológica.

As lideranças do grupo investiram em diferentes estratégias, como por exemplo, melhorar a titulação de seus membros (fortalecimento do capital científico), buscar parcerias com universidades e instituições de pesquisa nacionais e internacionais, efetuar alianças políticas com sociedades e associações representativas de cientistas, procurar apoio de parlamentares etc. Inicialmente, tentou-se reproduzir o modelo de parceria de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), anteriormente existente com a Engespaço, mas sobre uma nova base de relações com o setor privado, como ocorreu com a Imagem Geosistemas, o que não deu certo.

Além da falta do apoio governamental, a política científica estava em fase de transição. Os projetos de pesquisa deveriam ser submetidos às novas regras para competir por recursos. Regras estas que não favoreciam os pesquisadores da carreira de tecnologia, a maioria sem título de mestrado ou doutorado e que não tinham por hábito escrever artigos para publicação em revistas científicas, ou seja, não detinham os atributos básicos indispensáveis ao pleito de recursos para projetos de pesquisa. Neste sentido, o grupo da DPI ao longo de mais de uma década, procurou inverter tal quadro com o engajamento de boa parte dos engenheiros líderes da DPI em cursos de pós-graduação, alguns dentro do próprio INPE, com bolsa sanduíche no exterior, outros buscando o doutorado no exterior.

Uma segunda leva de ingressos na pós-graduação ocorreu em meados dos anos 90, que além de melhorar a titulação do grupo, tinha como intuito adquirir uma condição salarial mais vantajosa a seus membros, já que a titulação, com a implementação da carreira de C&T do Estado, nos anos 90, revertia em acréscimos salariais. Os projetos de pesquisa foram orientados então às necessidades de adaptação do SPRING ao ambiente Windows.

Outro problema também enfrentando pelo grupo, no início dos anos 90, foi a falta de senioridade científica, que prejudicava o atendimento aos editais das agências de fomento à pesquisa. Neste período, foi preciso contar, segundo Câmara (2009), com aliados que estavam em posição privilegiada no campo da política científica para conseguir a inserção em grandes programas científicos, que permitiram trazer recursos às atividades da DPI.

A DPI contou com a colaboração da EMBRAPA Informática para adaptar o SPRING às estações de trabalho UNIX em diferentes máquinas (IBM, HP, Sun, Silicom Graphics etc). A parceria tinha como base, como explica Câmara (2009), a afinidade entre pesquisadores das duas instituições, que compartilhavam visões semelhantes quanto às práticas tecnológicas (como a valorização da autonomia científica), mas também no campo da política e da ideologia.

Uma parceria no projeto SIVAM (Sistema de Vigilância da Amazônia) foi outra tentativa, tendo em vista a possibilidade de um grande projeto como este oferecer as condições necessárias para garantir estabilidade duradoura para as pesquisas do grupo. Neste sentido, a DPI se empenhou no campo da política, procurando o apoio de deputados federais, como Irma Passoni, do Partido dos Trabalhadores, integrante da Comissão de Ciência e Tecnologia do Congresso Nacional, e também da SBPC (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência) para defender a adoção do SPRING como plataforma do SIVAM (Câmara, 2009). Apesar da pressão junto aos militares, o SPRING não foi escolhido como a tecnologia de geoprocessamento do SIVAM, pelo menos naquele momento.

A busca de soluções que pudessem oferecer sustentabilidade ao modelo de desenvolvimento da DPI, centrado no SPRING, atrasou os seus desenvolvimentos. A complexidade do SPRING e os desafios tecnológicos também causaram atrasos. Outro motivo de demora foi a resistência do grupo a fazer a adaptação do SPRING ao sistema operacional Windows, da Microsoft, que àquela altura começava a crescer em vendas no mercado, devido ao baixo custo. As máquinas UNIX, nas quais o SPRING foi desenvolvido, tinham a preferência dos engenheiros da DPI. Consideradas melhores, eram também mais caras, o que limitava a disseminação entre os usuários.

Após a incessante busca por um modelo de sustentabilidade, a opção foi tornar o SPRING de uso livre, sem custo, colocando-o disponível na Internet. A medida, implementada em 1996 à revelia da direção do INPE – possivelmente porque não teria a sua aprovação -, levou à demissão de Gilberto Câmara da chefia da DPI. O software, no entanto, permaneceu disponível na Internet e passou a ter uma disseminação acima do esperado, consolidando-se como um SIG de formação de pessoal na área, principalmente através dos cursos de pós-graduação de Sensoriamento Remoto do INPE. Recentemente, o SPRING foi transformado em um software de código fonte aberto, seguindo a mesma linha de seus novos desenvolvimentos, como o TerraLib.

Apesar de todas estas dificuldades, fazendo com que o SPRING levasse mais tempo que o habitual para ganhar maturidade (em geral um software leva de três a quatro anos para chegar a este estágio), foi possível gerar uma série de inovações, entre elas o desenvolvimento de um modelo de dados orientado-a-objetos que antecipou em quase 10 anos a implementação de soluções semelhantes em sistemas comerciais. Esta solução no interior do SPRING veio a ser

tratada como inovação em artigos de autoria de Michael Goodchild⁶, um dos pesquisadores mais reconhecidos da área de geoprocessamento dos Estados Unidos. Além deste modelo de dados orientado-a-objetos, o projeto SPRING incorporou outros resultados considerados inovadores pelo grupo.

A primeira versão do SPRING foi lançada em maio de 1992, dois anos depois de iniciar os seus desenvolvimentos. A versão 1.1, lançada em dezembro de 1994, já permitiu a realização de estudos ambientais mais complexos (ALVES et al, 1996). Até meados de junho deste ano, já havia sido obtido por mais de 152 mil usuários no mundo inteiro, dos quais 76% no Brasil, 6% na América Latina e 6 % em países da Europa (FELGUEIRAS, 2011).

Houve um grande investimento na produção de material didático. Até o final de 2002, o grupo da DPI publicou quatro livros sobre geoinformação, além de grande quantidade de material de treinamento. O INPE estabeleceu um programa de treinamento com cursos de curta duração neste software e sobre metodologias de Geoprocessamento. Entre 2001 e 2003, mais de 1.000 especialistas participaram destes cursos. Treinamentos com o SPRING continuam sendo realizados em todos os países da América Latina, do Caribe, além da África do Sul, Quênia, e Tailândia.

Nos anos 2000, acreditando no declínio do SPRING, a DPI partiu para um novo projeto, o TerraLib, mas ao contrário do que se esperava, continuou ampliando o números de usuários nos últimos anos.

Legitimação do conhecimento com base nos conflitos: campo científico e translação

As duas fases da DPI, descritas aqui, mostram dois diferentes níveis de legitimação para o seu modo de produção do conhecimento científico e tecnológico. Num primeiro momento, o apoio das políticas econômicas desenvolvimentistas e institucionais de C&T favoreceram a implementação e formalização do grupo, bem como seu modelo de produção de tecnociência.

Trigueiro define legitimação como o “reconhecimento que indivíduos e grupos sociais conferem a determinada autoridade ou dominação” (2009, p. 158). A base desta noção está baseada na definição de Max Weber. Mas diferente deste, que trata da legitimação de governos sob diferentes regimes políticos, a aplicação do conceito se estende a um outro tipo de ator: a uma instituição de pesquisa, um grupo de cientistas tendo em vista os conhecimentos e o modo de produção por estes gerados.

A legitimação da DPI e de seu estilo de produzir conhecimento – baseado na busca da autonomia científica e tecnológica – estava alicerçada nos interesse de grupos sociais e políticos, principalmente militares, nacionalistas, que percebiam o domínio deste conhecimento

⁶ Os artigos de Goodchild que citam o SPRING como um dos softwares pioneiros na utilização da representação computacional de campo ou uso de modelo de dado objeto-orientado são: LIU, Y. GOODCHILD, M. F.; GUO, Q.; TIAN, Y.; WU, L. *Towards a General Field model and its order in GIS*. *International Journal of Geographical Information Science* Vol. 22, No. 6, June 2008, 623–643 e GOODCHILD, M.; YUAN, M.; COVA, T. J. *Towards a general theory of geographic representation in GIS*. *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 21, No. 3, March 2007, 239–260

(tratamento e processamento de imagens e Ciência da Geoinformação) como fundamental ao desenvolvimento e à soberania do País. Também formavam esta base de legitimação outras instituições de pesquisa que produziam conhecimento num modelo semelhante, além de usuários que começavam a utilizar os aplicativos da DPI, principalmente em áreas do governo federal, em estudos temáticos com base no território. No entanto, a legitimação constituída num contexto político autoritário, contava com uma base social restrita, o que ficará perceptível na fase seguinte, quando a abertura política permite a inclusão de novos atores nas instâncias decisórias do governo.

Na segunda fase da história da DPI, início dos anos 90, as condições anteriormente favoráveis são retiradas e o modelo de produção do conhecimento então em curso entra em falência. A orientação político-econômica nacional-desenvolvimentista, baseada na substituição das importações, é abandonada, substituída pela perspectiva neoliberal. No universo científico, esta mudança foi traduzida pela perda de importância estratégica do conhecimento produzido de forma endógena. A alteração nas regras de financiamento da pesquisa também foi outro obstáculo à manutenção do modelo de produção de C&T do grupo da DPI, que passou a competir por recursos em igualdade de condições com outros grupos científicos. As novas exigências colocaram a DPI em condições desfavoráveis, já que a maioria dos integrantes do grupo não dispunha de titulação, publicações, entre outros atributos científicos, que passariam a ser decisivos na seleção de projetos pelas agências de fomento à pesquisa.

De um lado, o grupo procurou fortalecer os atributos científicos (o capital científico), a partir de uma série de iniciativas (titulação, exercício de atividades docentes, ampliação da produção de artigos em revistas científicas internacionais etc), e, de outro, procurou explorar e ampliar a base de legitimação não somente no meio científico e de usuários, mas também no político. Foram estabelecidas alianças com grupos científicos e políticos com quem tinham afinidades quanto ao modo de produzir conhecimento como também do ponto de vista ideológico (idéias de esquerda) e político. Estas alianças ajudaram a DPI a concretizar um novo projeto – o SPRING –, e mais do que isso, a encontrar uma solução à perda das condições econômicas e financeiras que retiraram a sustentabilidade de seu modelo. A solução que por fim se apresentou - a liberação do SPRING na Internet -, não foi a que o grupo considerava ideal, mas foi a que ajudou a projetar o grupo e seu modelo a partir de uma nova base legitimadora.

As relações de poder, a busca pela ampliação do capital científico no interior do campo social, de acordo com a lógica de Pierre Bourdieu, explicam em parte o modo pelo qual a DPI e suas lideranças científicas atuaram ao longo desta história. No entanto, Bourdieu não contempla a extensão das relações políticas dos grupos científicos a outros domínios, tal como ocorreu na história da DPI e que foi crucial ao desfecho de seus impasses. Para Bourdieu, quando há interpenetrações de outros domínios no campo científico, é sinal de que o campo está perdendo autonomia. A preocupação de Bourdieu está centrada na invasão e interferência dos interesses econômicos nos mecanismos de produção do conhecimento.

No entanto, o modo pelo qual a DPI construiu suas relações no interior do campo científico, como também em domínios externos a ele, principalmente na segunda fase, foram fundamentais à manutenção do seu modelo de produção de conhecimento. Neste sentido, deve se destacar a importância destas relações não somente porque resultaram em apoio político, mas porque preconizaram propostas, criam controvérsias, engendram “negociações”, que no decurso destes processos delinearão e projetarão o conhecimento a determinadas direções, através de mecanismos que se aproximam da noção de translação de Bruno Latour.

Parte dos conhecimentos gerados pelos pesquisadores da DPI foi motivada pela necessidade de se criar facilidades a usuários, muitos deles especialistas em áreas técnicas do próprio governo federal, em busca de respostas e instrumentos para enfrentar os conflitos inerentes às suas áreas. O monitoramento do desmatamento da Amazônia, por exemplo, foi desenvolvido a partir de demandas políticas, pressões externas exercidas sobre o governo brasileiro, e que encontraram no trabalho do INPE, um meio de a política externa e interna se instrumentalizarem. O INPE começou a monitorar sistematicamente o desmatamento da Floresta Amazônica em 1989, através do PRODES (Projeto de Desflorestamento), com base na interpretação anual de imagens de satélites. Após alguns anos realizando este trabalho com base em imagens impressas em papel, o INPE passou a realizá-lo digitalmente, a partir das ferramentas computacionais desenvolvidas pela DPI – o SPRING. O desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas tecnologias, geração de novos produtos para atender as demandas da área ambiental do governo constituiriam um capítulo a parte na história do INPE e da DPI.

Interessa-nos aqui destacar que o desenvolvimento de tais tecnologias mantém-se atrelada a demandas políticas, que se por um lado respondem, mesmo que parcialmente, às pressões políticas ambientalistas, por outro conferem legitimação ao INPE e a DPI não somente junto ao governo, mas a todo um conjunto de atores (políticos, ONGs, ambientalistas, mídia etc) que reconhecem e dão validade a dados gerados a partir de um referencial científico. O processo de legitimação, como nos lembra Trigueiro, é dinâmico e pode exigir adaptações, mudanças, inovações de acordo com novas necessidades e demandas que se apresentam, muitas vezes, no interior de conflitos, sendo transpostos e redirecionados ao “laboratório”, com os quais mantém um processo dinâmico.

A legitimação provém ainda de outros tipos de demandas a que o INPE e a DPI buscam atender em outras áreas de aplicação, como agricultura, planejamento urbano, detecção de focos de queimadas etc. A extensão dos atores sociais envolvidos varia de acordo com o tema e os aspectos relacionados aos interesses em jogo (político, econômico, cultural etc). O processo de produção do conhecimento científico e tecnológico é, portanto, influenciado por esta confluência de interesses extra-campo científico, que estabelece relações com tantos outros fatores imersos no universo científico do laboratório, como prevê o modelo de Trigueiro (2009, p. 90).

Importante destacar que o campo de conflitos, dentro de uma tradição que já se consolidou na sociologia do conhecimento científico, nas últimas décadas, ocupa lugar central nestas análises. A questão da legitimação, que se vincula ao processo de estabilização dos conflitos, também é percebida como fundamental aos atores envolvidos. Do ponto de vista da análise pode contribuir para compreender as estratégias e iniciativas de grupos científicos em suas práticas científicas.

As novas abordagens da sociologia do conhecimento não nos permitem acreditar com total convicção que o mundo da ciência é guiado pela neutralidade, que apesar do emprego da objetividade científica, não estará suscetível a direcionamentos e influências externas ao campo disciplinar-cognitivo. Assim, do mesmo modo que a produção do conhecimento sofre interferências relativas ao jogo de interesses interno ao campo científico, como destaca Bourdieu, também é influenciado pelo mundo externo, que constroi demandas e expectativas no entorno da ciência, instituindo os campos de conflitos, como visto em Latour, produzindo uma ciência com base no conjunto de uma série de interpenetrações e interdependências que se operam entre campos sociais distintos.

Considerações finais

O estudo de caso, apresentado neste artigo, procurou mostrar como a produção do conhecimento científico é movida por percepções e estratégias que se conectam tanto com o universo disciplinar-cognitivo, como também com o mundo externo ao laboratório, cuja lógica opera, em muitos aspectos, de modo diferenciado a do campo científico. Por outro lado, o campo científico, apesar de suas regras específicas, conta com processos muito similares a outros campos sociais, cuja dinâmica se processa por meio de competição e disputa de poder. As redes e conexões que se constroem para além das relações intra-campo científico procuram mobilizar não somente audiências e apoios, mas também recursos materiais e simbólicos. As estratégias que visam à criação de condições para a produção do conhecimento voltam-se, em última instância, à consolidação de fontes científicas e sociais de legitimação. Este seria o elemento central a ser extraído das situações de conflito. A legitimação da ciência está associada, portanto, ao processo de estabilização dos conflitos que se processam dentro de conexões que o mundo científico toma parte e que pode se estender a diversos campos sociais.

No entanto, a sociedade brasileira, pela natureza histórica de seu desenvolvimento, é muito pouco afeita a aprofundar as relações com o mundo científico, mantendo-se distante dos “negócios” aí tratados. A limitação a uma maior interação com o mundo científico não se dá por uma intransponibilidade de relações entre atores especializados e não-especializados. As limitações estão mais relacionadas às condições materiais e objetivas historicamente construídas, que geram uma sociedade de grandes desníveis sociais e informacionais, configurando uma situação de baixa interatividade com o mundo da ciência.

Atualmente, o debate na área de política de C&T no País tem se concentrado na consolidação de recursos em níveis compatíveis ao de países mais desenvolvidos e na necessidade de inovação, como fator primordial ao desenvolvimento do País. No entanto, as políticas de C&T ainda estão vinculadas e configuradas para atender a demandas postas pelos próprios cientistas (DAGNINO, 2007), mesmo quando pretendem atender às necessidades de inovação do setor privado (indústria, serviço e agropecuária).

Se nas últimas décadas, foi produzido um consenso de que a ciência deve exercer um papel estratégico ao desenvolvimento do País, a argumentação esboçada neste artigo nos leva a indagar sobre o grau de legitimidade das atuais políticas em curso. Será que garantir recursos em patamares considerados ótimos e formular políticas que estimulem a transferência de conhecimento para o setor produtivo são suficientes? Também não faz parte desta discussão analisar e propor meios que permitam ampliar a representatividade das múltiplas demandas sociais em relação ao universo da C&T? Ou ainda, como reunir esforços para que setores da sociedade, excluídos do debate da política da C&T, possam fazer parte da elaboração das mesmas?

Artigo recebido em 05/12/2011 e aprovado em 27/12/2011.

Referências

Liinc em Revista, v.8, n.1, março, 2012, Rio de Janeiro, p 34-51 - <http://www.ibict.br/liinc>

ANDRADE, T. N. Inovação e ciências sociais: em busca de novos referenciais. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 20, n. 58, set./dez. 2005.

_____; MOREIRA JR., A. Aperfeiçoamento gerencial e inovação tecnológica. *Sociologias*, ano 11, n. 22, jul./dez. 2009.

ARBIX, G. *Inovar ou inovar: a indústria brasileira entre o passado e o futuro*. São Paulo: Editora Papagaio, 2007.

BAUMGARTEN, M. *Conhecimento e sustentabilidade: políticas da ciência, tecnologia e inovação no Brasil contemporâneo*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

BOURDIEU, P. *Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico*. São Paulo: Unesp, 2004.

CALLON, M. et al. *The strategic management of research and technology*. Paris: Economica International, 1997.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. Sistemas de inovação: políticas e perspectivas. *Parcerias estratégicas*, n. 8, p. 237-255, 2000.

CASTRO, A. P. *Sobre a história do IPT*. Disponível em: <<http://www.ipt.br/institucional/organizacao/historico/100/>>. Acesso em: 24 abr. 2009.

CAVALHEIRO, E. A nova convergência da ciência e da tecnologia. *Novos Estudos: Cebrap*, n. 78, jul. 2007.

DAGNINO, R. *Ciência e tecnologia no Brasil: o processo decisório e a comunidade de pesquisa*. Campinas: Unicamp, 2007.

_____; NOVAES, H. T. A adequação sócio-técnica como insumo para a recuperação dos Institutos de Pesquisa. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 1, n. 3, 2005.

GINGRAS, Y. Les formes spécifiques de l'internationalité du champ scientifique. *Actes de la recherche en sciences sociales*, v.141, 2002.

GITAHY, M. L. C. Adaptando e inovando: o laboratório de ensaios de materiais da Escola Politécnica e a tecnologia do concreto em São Paulo. *História, Ciências, Saúde: Manguinhos*, v. 7, n. 3, p. 675-690, 2001.

GUSMÃO, M. R. *Modelo institucional, estrutura de financiamento e demanda tecnológica: a experiência do IPT nos anos 80*. 1991. Dissertação (Mestrado)- Unicamp, 1991.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. *IPT 100 anos de tecnologia*. São Paulo, 1999.

_____. *Plano diretor*. São Paulo, 2002.

_____. *IPT : pesquisa & desenvolvimento: 110 anos: os desafios e as vitórias em mais de um século dedicado à inovação*. São Paulo, 2009.

KAWAMURA, L. *Engenheiro: trabalho e ideologia*, São Paulo, Ática, 1981.

KNORR-CETINA, K. *La fabricación del conocimiento*, Bernal: UNQ, 2005.

LAMY, E.; SHINN, T. L'autonomie scientifique face à la mercantilisation: formes d'engagement entrepreneurial des chercheurs en France. *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, n. 164, 2006.

LE MOS, C. Inovação na era do conhecimento. *Parcerias Estratégicas*, n. 8, p.157-179, 2000.

MATIAS-PEREIRA, J.; KRUGLIANSKAS, I. Gestão tecnológica: a lei de inovação tecnológica como ferramenta de apoio às políticas industrial e tecnológica do Brasil. *RAE eletrônica*, v. 4, n. 2, 2005.

MELLO, D. Um estudo sobre a reorganização institucional no IPT. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 21., 2000, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.], 2000.

MERTON, R. K. *Sociologia: teoria e estrutura*. São Paulo: Mestre Jou, 1970.

PACHECO, C. A. Estratégia para fundos setoriais. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 6, n. 1, jan./jun. 2007.

PEREIRA, C. Bresser. *Reforma do estado para a cidadania: a reforma gerencial brasileira na perspectiva internacional*. São Paulo: Editora 34, 1998.

PLONSKY, G. A. Bases para um movimento pela inovação tecnológica no Brasil. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n. 1, p. 25-33, jan./mar. 2005.

SALLES FILHO, S. et al. *Ciência, tecnologia e inovação: a reorganização da pesquisa pública no Brasil*. Campinas: Komedi, 2000.

SHINN, T. Hiérarchies des chercheurs et formes de recherches. *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, n. 74, 1988.

_____; RAGOUET, M. *Por uma sociologia transversalista da ciência*. São Paulo: 34, 2008.

SILVA, L. R. *A perspectiva dos pesquisadores de Instituições Públicas de Pesquisa frente às novas tendências organizacionais: o caso do IPT*. 2009. Monografia (Graduação em Sociologia)- Departamento de Ciências Sociais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

THOMAS, H. Dinámicas de innovación y cambio tecnológico en el Mercosur: procesos socio-técnicos de construcción de condición periférica. In: CONGRESSO DA ALAS, 25., 2007, Guadalajara. *Anais...* [S.l.: s.n.], 2007.

TRIGUEIRO, M. G. *O clone de Prometeu*. Brasília: UnB, 2002.

VELHO, L. *Ciência, tecnologia e sociedade e os paradigmas da política científica e tecnológica*. São Carlos: UFSCar, 2008. Mimeografado. Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade da UFSCar.

VERONESE, A. A busca de um novo modelo de gestão para a ciência, tecnologia e inovação na política do MCT (1995-2002). *Revista da Administração Pública*, v. 40, n. 1, p.107-25, jan./fev. 2006.

VESSURI, H. *O inventamos o erramos: la ciência como idea-fuerza en América Latina*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2008.

WHITLEY, R. *The intellectual and social organization of the sciences*. New York: Oxford University Press, 2006.