



**Projeto Nova Geração de Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação**

**Modos de Produção de Conhecimento e  
Inovação Estado da Arte e Implicações para a  
Política Científica, Tecnológica e de Inovação**

**Nota Técnica**

*Léa Velho*

Brasília, DF  
Fevereiro, 2010



## Sumário

<b>Introdução</b>	<b>4</b>
<b>1. Ciência Universal e Socialmente Neutra</b>	<b>6</b>
<b>2. Ciência Socialmente Contextualizada</b>	<b>12</b>
<b>3. Quadro 1. Concepções de Ciência e PCTI</b>	<b>17</b>
<b>4. Questões Relevantes para Nova Geração de PCTI</b>	<b>18</b>
<b>5. Referências</b>	<b>21</b>

## Introdução

Desde o início do processo de institucionalização da Política Científica e Tecnológica e de Inovação (PCTI) em meados do século XX e até hoje, as bases conceituais, a estrutura organizacional, os instrumentos de financiamento e as formas de avaliação dos mesmos são comuns aos países que desenharam e implementaram políticas explícitas para estimular a produção e utilização de conhecimento científico e tecnológico. De fato, as similaridades entre as políticas públicas nacionais voltadas à CTI dos mais variados países têm sido constantemente apontadas e registradas por vários analistas e estudiosos da questão.<sup>1</sup>

A difusão destas idéias ocorre através das relações internacionais em PCTI, isto é, contatos no nível internacional, mediados por organizações internacionais e organismos multilaterais. Evidentemente, também contribui de maneira significativa a esse processo de internacionalização da PCTI o contato entre os estudiosos do tema e a liderança intelectual daqueles de alta reputação. As explicações para essa convergência apontam para a globalização crescente da economia e dos sistemas de pesquisa, que colocam temas e demandas semelhantes para as políticas nacionais de CTI, assim como para as pressões normativas exercidas por organizações internacionais (OCDE, OMC e WIPO, entre outras) na definição de objetivos e medidas de tais políticas (Lemola, 2002; Braun, 2003).

Essa nota técnica desenvolve uma explicação de natureza diferente para essa similaridade das políticas de CTI, cuja raiz pode ser encontrada na evolução do conceito dominante de ciência. Em outras palavras, o foco, os instrumentos e as formas de gestão que definem a PCTI num determinado momento são estreitamente relacionados com o conceito dominante de ciência que inclui, obviamente, visões específicas sobre as formas de relação da ciência com a sociedade. Na medida em que o conceito dominante de ciência tende a ser internacional, também as políticas de CTI que tal conceito suscita são internacionais. Por outro lado, ainda que a PCTI reflita uma concepção específica de ciência, tal relação é bastante complexa, passa por

---

<sup>1</sup> Por exemplo, Brooks (1982); Chubin (1988); Salomon (1977), Sagasti (1989); Rothwell & Dodgson (1992); Ruivo (1994), Bozeman (1994); Rip (1994); Elzinga & Jamison (1995); Dodgson & Bessant (1996); Dagnino & Thomas (1999); Laredo & Mustar (2001); Velho (2004).

diferentes níveis de mediação, está sujeita a uma enorme diversidade de variáveis e é muito pouco compreendida e informada por evidência empírica.

Desde o momento em que se criou, na maioria dos países, o aparato institucional dedicado à PCTI, a compreensão dos analistas e estudiosos sobre a produção de conhecimento científico se modificou, passando de uma visão de ciência universal, histórica e socialmente neutra a uma concepção de ciência socialmente localizada e modelada pelas condições contextuais. O objetivo aqui, então, é desenvolver o argumento de que a nova concepção de ciência coloca desafios importantes em termos da compreensão dos processos de geração e utilização de conhecimento científico. Além disso, tal concepção deveria informar políticas diferenciadas de CTI e procedimentos diferenciados de avaliação dos resultados e impactos de tais políticas em relação à concepção anterior.

Para atingir o objetivo e desenvolver o argumento, o texto está organizado em três seções. As duas primeiras correspondem, respectivamente, a cada uma das visões de ciência acima mencionadas, quais sejam: ciência universal e socialmente neutra, e ciência socialmente contextualizada. Para cada uma destas concepções, que se tomou forma e se consolidou num período histórico específico, apresenta-se o conceito dominante de ciência e outras categorias de análise que, se argumenta, são logicamente derivadas do conceito, tais como: quem produz conhecimento científico; a visão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade; a racionalidade (ou lógica) e o foco da política de CTI; os instrumentos de análise de políticas e de avaliação. A linha geral de argumentação é que quando prevalecia a concepção de ciência neutra e universal, o desenho, implementação e avaliação das políticas eram relativamente livres de limitações conceituais e passíveis de serem transferidos de um país para outro. A nova concepção de ciência socialmente contextualizada coloca dificuldades tanto conceituais como metodológicas para a PCTI na medida em que pouco se sabe, principalmente no contexto de países em desenvolvimento (ainda que isso também seja verdade para os países industrializados), sobre as condições em que se produz e se utiliza conhecimento gerando os impactos desejados.

A terceira seção do texto, então, identifica, a título de ilustração, algumas lacunas no conhecimento sobre como se produz e utiliza ciência, tecnologia e inovação, indicando temas e questões que necessitam ser investigadas de modo a aumentar nossa compreensão sobre os processos de descoberta e de inovação e a subsidiar políticas baseadas em evidência.

Acredita-se que a lógica a ser desenvolvida nesta nota seja útil não apenas para analisar o passado como para pensar e planejar o futuro. Quanto a este último, conceber a ciência como sendo socialmente construída, podendo ser direcionada pelas necessidades e preferências nacionais, realizada com a participação de múltiplos atores certamente informaria políticas de CTI muito diferentes das atuais. Essa possibilidade é alentadora para os analistas de PCTI e, acima de tudo, para a população em geral.

## **1. Ciência Universal e Socialmente Neutra – Do Pós-Guerra até final de Década de 1980**

Esse paradigma é marcado pelo conceito de autonomia da ciência. A comunidade científica proclama a ciência fora dos processos sociais e, conseqüentemente, libera a si própria de qualquer responsabilidade pelo uso dado aos resultados de pesquisa. Depois do desenvolvimento de manufatura mais ou menos industrializada na Primeira Guerra, do papel da ciência e da tecnologia na construção do aparato militar fascista do período entre guerras, a Segunda Guerra Mundial chocou a comunidade científica. Muitos cientistas tinham as mãos sujas e existia uma ansiedade particular sobre as implicações morais do Projeto Manhattan que desenvolveu armas nucleares. Parecia, então, que a ciência poderia se ligar a ideologias e projetos políticos. Poderia existir uma “ciência nazista”, ou uma ciência socialista, e isso deu nova força a um velho debate sobre a autonomia da ciência em relação à sociedade. Membros influentes da comunidade científica começaram a se distanciar da aplicação da ciência e a focar no que começou a ser chamado de “ciência básica” (parece estranho para nós que

vivemos com esse termo a vida toda, mas a idéia de ciência básica é relativamente nova na história da ciência).

Movimentos importantes na filosofia da ciência fizeram um paralelo com e forneceram a justificativa para essa definição de ciência como “básica” e separada da sociedade. Karl Popper, por exemplo, no seu livro lançado em 1951 – *The Open Society and Its Enemies* – tentou estabelecer a base filosófica da independência e objetividade da ciência, colocando-a fora do alcance dos governos totalitários e, analogamente, de qualquer outra forma de interferência social.

Essa concepção de ciência, como busca da verdade através da razão e da experimentação, com o objetivo de garantir a extensão do conhecimento verificado (conforme Merton [1938],1973), também coloca o conteúdo do conhecimento fora dos limites da análise sociológica. De acordo com essa concepção, o conhecimento científico só pode ser produzido por cientistas especificamente treinados para produzir conhecimento objetivo. Para justificar que pessoas carregadas de interesses, e sujeitas às relações sociais e influências culturais mais variadas, sejam capazes de produzir conhecimento objetivo é fundamental a contribuição seminal de Robert Merton sobre as normas da ciência Merton ([1942, 1973). Estas, que são chamadas de universalismo, comunismo, desinteresse e cepticismo organizado modelam e normatizam o comportamento esperado dos membros da comunidade de pesquisa para garantir a produção de conhecimento livre de valores e de influências sociais. Para o trabalho de Merton contribuíram vários de seus discípulos, que estenderam as normas e as testaram empiricamente (Norman Storer, Jonathan e Steven Cole, Harriet Zuckerman, entre outros)<sup>2</sup>.

Além de objetiva, a ciência é vista como a base, a origem da tecnologia. Esta, por sua vez, é uma forma de conhecimento subordinada, dependente da ciência. O processo de transformação do conhecimento científico em tecnologia e sua apropriação pela sociedade são concebidos de forma linear, iniciando-se com a ciência até produzir bem-estar social (ciência básica, ciência aplicada, desenvolvimento tecnológico, inovação, difusão da inovação, crescimento econômico e benefício social). Por essa

---

<sup>2</sup> Exemplos da contribuição destes autores são: Storer (1966); Cole & Cole (1973); Zuckerman (1968).

razão esse paradigma foi denominado de “ciência como motor do progresso”: o desenvolvimento se inicia com a ciência. A origem deste modelo não é bem conhecida, mas estudos recentes têm indicado que ele foi uma construção teórica em três etapas, realizada por cientistas das áreas de exatas e naturais (trabalhando na academia e na indústria), por pesquisadores e consultores em escolas de administração, e por economistas (Godin, 2006).

Uma das principais evidências desta visão da relação entre CTI e sociedade foi o documento elaborado por Vannevar Bush a pedido do Presidente Roosevelt dos EUA – e entregue ao Presidente Truman, em 1945– que se constituiu, posteriormente, em um símbolo desta concepção: o célebre *Science: the Endless Frontier*. Ainda que não tenha sido Bush que criou tal modelo, como muitas vezes se afirma, o documento que ele produziu detalha o fundamento do chamado modelo linear de inovação, em que se idealizava a ciência como uma “fronteira sem fim”. Estes conceitos passaram a ser a base de um novo contrato social entre a comunidade científica e o estado (Ronayne, 1984). Essa visão exprime uma “fé quase religiosa na ciência, no poder da ciência para a solução de problemas” (Dickson, 1988:3). Como afirma Bush (1995[1945]):

“Advances in science when put to practical use mean more jobs, higher wages, shorter hours, more abundant crops, more leisure for recreation, for study, for learning how to live the deadening drudgery which has been the burden of the common man for past ages. Advances in science will also bring higher standards of living, will lead to the prevention or cure of diseases, will promote conservation of our limited resources, and will assure means of defense against aggression” (p. 10).

Chamada de Infância das Políticas de Ciência (Salomon, 1977), de Época Dourada dos Cientistas (Rip, 1994 ) e de Período da Ingenuidade (Brook’s Report, 1982), esta fase da PCTI se caracteriza por recursos (financeiros e humanos) em crescimento exponencial (Price,1963). Nesta fase, o Estado, como principal financiador da ciência, delegava esta tarefa aos conselhos de pesquisa e estas delegavam as principais decisões aos próprios cientistas – os únicos juízes competentes. Esse processo, que tem sido chamado de “delegação cega”, assume que a comunidade científica é capaz de decidir o que o é melhor para a sociedade (Braun, 2003). A necessidade de prestar contas à sociedade perdia sua importância quando confrontada com o argumento de que o sistema de revisão por pares estava selecionando a melhor pesquisa, e isto era o

que o governo (e a sociedade) desejava (ou deveria desejar). A comunidade científica, então, tinha grande autonomia na distribuição de recursos, prestava contas apenas a si própria e não se sujeitava a qualquer controle social direto.

O foco da PCTI, dada a concepção de ciência, era o fortalecimento da atividade de pesquisa e formação de recursos humanos (crescimento da ciência e da capacitação), o que se convencionou chamar de política com ênfase na oferta, ou Política Científica Ofertista (Herrera, 1973). Os atores principais, quase exclusivos, da PCTI são os próprios pesquisadores e o principal instrumento de financiamento são projetos individuais e de livre escolha, submetidos aos Conselhos de Pesquisa por iniciativa dos pesquisadores.

A avaliação da política de CTI e seus instrumentos se dava no nível micro, isto é, do projeto individual submetido pelo pesquisador (*ex-ante*), e do desempenho do pesquisador, principalmente através de suas publicações (*ex-post*). A avaliação se fazia, exclusivamente, pelo processo de revisão dos pares que, além de funcionar como controle de qualidade também definia um referencial de governabilidade interna para a ciência a revisão por pares estava totalmente institucionalizada como método e procedimento para alocar recursos para ciência, para premiar e construir reputações e para distribuir poder e prestígio dentro da comunidade científica. A revisão por pares não é apenas uma rotina do sistema social da ciência, mas é também símbolo e garantia de sua autonomia.

Os movimentos sociais e de contracultura do final dos anos 60 e início dos 70 constituíram-se em terreno fértil para o questionamento da visão unicamente positiva da ciência e de seus impactos. Intelectuais escrevendo a partir de diversas perspectivas - tais como Lewis Mumford e Jacques Ellul - sugeriam que havia externalidades negativas associadas aos resultados e aplicações da ciência e da tecnologia. Ao mesmo tempo, autores mais amplamente lidos - como a bióloga Rachel Carson, inspiradora do movimento ambientalista, e o precursor do movimento de consumidores, Ralph Nader - levantaram questões sérias sobre os riscos envolvidos nas tecnologias como DDT e o automóvel Corvair. Escritores populares como Theodore Roszak e Alvin Toffler também contribuíram para levar ao mundo acadêmico

e ao público em geral o argumento de que a ciência e a tecnologia são inerentemente imbuídas de valores e freqüentemente problemáticas em termos dos impactos que acarretam na sociedade. Foi neste contexto que a ciência e a tecnologia, assim como suas relações com a sociedade, se tornaram objeto de estudo, dando origem aos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia. Esse contexto social foi fundamental para a mudança na concepção de ciência que começou a se delinear no final dos anos 70 e início dos anos 80.

Assim, a hegemonia da versão da ciência “fronteira sem fim” passou a ser questionada desde meados dos anos 60, mas com mais fervor nos anos 70. O uso da C&T na guerra do Vietnam, os movimentos de trabalhadores que perdiam suas posições devido às novas tecnologias, a degradação do meio ambiente, a concentração de renda, eram apontados como evidência de que a ciência não era extra-social e muito menos socialmente neutra. Isso levou a uma visão de que, ainda que o conteúdo da ciência seja livre de influências sociais, seu *foco*, sua *direção* e seu *uso* podem e devem ser controlados.

Nesta concepção de ciência que deve ser “dirigida”, ainda são os cientistas os únicos atores sociais que produzem conhecimento, mas eles devem fazê-lo preferencialmente em grupos, já que os problemas que têm que resolver exigem combinação de saberes e contato com o mundo real. Portanto, passou-se a acreditar que os pesquisadores não devem ter total autonomia para decidir sua agenda de pesquisa (que não é mais vista como ditada pela lógica interna própria da ciência), mas devem ser levados a trabalhar em problemas relevantes para a sociedade (particularmente o mercado).

A relação entre ciência e tecnologia ainda era concebida como linear, mas agora com ênfase na demanda. Ou seja, não é mais a ciência que empurra a tecnologia (*science push*), mas o mercado, as necessidades dos usuários que puxam o desenvolvimento científico (*demand pull*). Nesta relação entre ciência e tecnologia, as empresas eram tidas como possuindo capacitação e habilidades para julgar as demandas do mercado, identificar oportunidades tecnológicas e articular necessidades e demandas. Portanto, as empresas saberiam até que tipo de ciência elas precisariam.

Em linha com essa visão, o foco da política era conceber incentivos para que os pesquisadores trabalhassem em problemas relevantes para o setor produtivo e criar oportunidades para transferência de tecnologia. Para atingir o primeiro objetivo, criaram-se instrumentos específicos para alocar recursos para áreas prioritárias (setoriais, principalmente energia, telecomunicações, e outras ligadas à infra-estrutura). Dado que os instrumentos de política buscavam dirigir o desenvolvimento científico, vinculando-o às necessidades tecnológicas, essa fase tem sido chamada de Política de C&T Vinculacionista (Dagnino et al, 1996), ou como política de “delegação por incentivos”, ou seja, para receber os recursos os pesquisadores têm que se dedicar a temas considerados importantes para as agências (Braun, 2003). Como as palavras chave são “pesquisa para o desenvolvimento tecnológico”, são feitas adições na missão das principais agências financiadoras de pesquisa (os famosos Conselhos de Pesquisa criados nas décadas anteriores) que passaram a ser responsáveis também, pelo menos nominalmente, pelo apoio ao desenvolvimento tecnológico. Ainda que os cientistas tenham continuado a ser os principais atores da política de CTI, eles tiveram que dividir o palco com servidores públicos (policy-makers) e com os políticos na definição das prioridades.

A revisão por pares continuou a ter um papel central na alocação de recursos e na avaliação, mas não mais único. Desenvolveram-se indicadores científicos de output como auxiliares à revisão por pares. Tais indicadores, na sua maioria de natureza bibliométrica, evidenciam a intenção de que a análise quantitativa da ciência fosse útil e confiável para a tomada de decisão em política científica<sup>3</sup> e, de certa forma, que os tomadores de decisão no governo não queriam mais deixar a decisão de como alocar recursos para ciência exclusivamente com os próprios cientistas (Irvine & Martin, 1982). Outros autores, no entanto, acreditam que "os burocratas do governo, os líderes empresariais, e outras elites requerem (ou talvez tenham sido convencidos pelos empresários científicos de que eles requerem) informações sobre a ciência para poder direcionar e defender a política científica, estimulando o progresso científico, e

---

<sup>3</sup> Uma indicação bastante sintomática de que a análise quantitativa da ciência mudava de geração nessa época, é o anúncio publicado em *Science*: "Uma nova maneira de avaliar a produtividade científica está prestes a se tornar realidade. Análise de citação, até agora uma ferramenta misteriosa dos historiadores e sociólogos da ciência, foi refinada ao ponto de oferecer possibilidades cada vez mais interessantes ao administrador da ciência" (Wade, 1975, p.429).

aumentando a produtividade científica - principalmente para servir os interesses da elite de cientistas e das classes dominantes" (Collins & Restivo, 1983, p.194). Qualquer que tenha sido a razão, o fato é que criação e consolidação das bases de dados bibliométricos foram estimuladas, assim como as metodologias para produção de indicadores.

Com a agregação da missão apoio ao desenvolvimento tecnológico criaram-se unidades especializadas em avaliação tecnológica (technology assessment, como o Office for Technology Assessment – OTA, nos Estados Unidos) para, entre outras funções, identificar as carências em termos de conhecimento científico para o desenvolvimento tecnológico em vários setores. Com a implementação de programas complexos com missões concretas, desenvolveram-se metodologias de avaliação expost por painéis compostos de especialistas e usuários. Preocupada com a perda de autonomia, a comunidade científica liderou uma série de estudos, hoje considerados clássicos, que procuraram evidenciar a importância da pesquisa básica para o desenvolvimento tecnológico – o HINDSIGHT e relatório o TRACES<sup>4</sup>, buscando mostrar que as inovações tecnológicas consideradas importantes só foram possíveis graças aos resultados da pesquisa básica, seja ela orientada para objetivos específicos ou pura, produzindo conhecimento pelo conhecimento. Esses dois estudos, cada um carregando a mensagem e os interesses de suas respectivas comunidades (pesquisadores acadêmicos, no caso do TRACES e pesquisadores dos institutos ligados à defesa, no caso do Hindsight) foram respostas a uma longa série de críticas dirigidas a aspectos específicos do modelo linear de inovação e à concepção de “ciência como motor do progresso” que lhe dá sustentação lógica.

## **2. A Ciência Socialmente Contextualizada – A partir da Década de 1990**

Os processos de globalização da economia, a ideologia da liberalização (privatização, desregulamentação, redução ou remoção de subsídios e de barreiras tarifárias e não-tarifárias ao comércio internacional, atração de investimento direto estrangeiro),

---

<sup>4</sup> Sobre projeto Hindsight, ver Kreilkamp (1971); e sobre o Traces (Technology in Retrospect and Critical Events in Science) ver IIT Research Institute (1968); há também uma análise recente de Godin (2006).

inspirada no Consenso de Washington, são o cenário em que se desenvolveu uma nova concepção de ciência.

O grande número de pesquisadores trabalhando fora do sistema acadêmico (mais de 70% nos países industrializados) levou vários autores a questionarem o compromisso dos cientistas com as normas Mertonianas (Webster, 1991; Mulkay, 1979). O argumento baseava-se em pesquisas empíricas que demonstravam que, na verdade, ao contrário de exibirem compromisso com as normas da ciência descritas por Merton e seus seguidores, os cientistas mostravam um notável distanciamento desse tipo de conduta. Outros autores apontavam a ausência de uma sociologia do conhecimento científico (Barnes, 1974; Bloor, 1976; Mulkay, 1979) e queriam entender os processos que ocorrem dentro da “caixa preta” da produção do conhecimento, para cuja finalidade foram criados vários programas empíricos. Tais programas enfatizam a natureza contingente e socialmente localizada dos fatos científicos, adotam uma perspectiva relativista e concebem a ciência como construção social<sup>5</sup>.

Essa nova concepção de ciência tem sido fortemente rejeitada pelos pesquisadores das áreas de ciências naturais – que ainda vêm a si próprios como produtores de conhecimento objetivo e livre de influências sociais - e estabeleceu-se o que se chamou de *Science Wars* (Gross & Levitt, 1998)<sup>6</sup>. Existem aspectos consensuais e controvertidos desta nova concepção de ciência e os debates ainda estão em andamento. Não é o caso de apresentar esses debates aqui, mas vale enfatizar que a noção de ciência como socialmente construída está cada vez mais aceita, se não pelos próprios cientistas, pelos estudiosos da produção de conhecimento científico e tecnológico, pelos analistas de CTI e pelos tomadores de decisão (até porque essa visão atende melhor aos interesses destes últimos).

---

<sup>5</sup> Os principais programas de pesquisa desenvolvidos com esse objetivo são: o programa “forte” de Edinburgo, o “relativismo de Bath” e os chamados “estudos de laboratório”. Uma apresentação geral destes programas pode ser encontrada em Knorr-Cetina & Mulkay (1983). Estudos empíricos que usam o referencial destes programas conformam uma variada e extensa literatura publicada, sobretudo, nos periódicos *Social Studies of Science* e *Science, Technology and Human Values*. Ao longo destes anos, vários outros autores modificaram aspectos dos programas originais e constituíram outros programas de pesquisa. A principal característica comum a todos esses programas é a visão da ciência como socialmente construída, cujo conteúdo está sujeito à análise sociológica, assim como seu foco, sua direção e uso.

<sup>6</sup> A análise da ciência por não cientistas não é um fenômeno novo. A filosofia da ciência e a sociologia da ciência associada com o nome de Robert Merton têm uma longa história. O que atraiu a ira dos cientistas (alguns poucos que se auto-designaram porta-vozes da ciência, foi o movimento em direção à análise social do conteúdo da ciência, elam da análise da organização social da ciência.

Sendo a ciência colocada na estrutura social, essa nova concepção reconhece que a produção de conhecimento se dá em locais multivariados, como empresas, hospitais, ONGs e não apenas no sistema acadêmico; portanto, não é apenas o cientista tradicional que produz conhecimento. Este é produzido na interface de relações entre agentes múltiplos. Além disso, estudos indicam que outros modos de produção de conhecimento, de características inter e transdisciplinares, que se dão no contexto de aplicação, estão se tornando cada vez mais importantes e prevaletes (Gibbons et al, 1994). Assim, a unidade básica de produção de conhecimento não é mais a comunidade científica, mas as chamadas comunidades transepistêmicas (Knorr-Cetina, 1983)<sup>7</sup>.

A emergência da concepção de ciência socialmente contextualizada coincidiu com questionamentos importantes, de economistas e historiadores da tecnologia sobre o modelo linear de inovação. Esses estudos argumentavam fortemente, e com evidências empíricas, que a tecnologia – e seus artefatos – não são criados pela ciência. Mesmo nos casos modernos de inovação tecnológica radical como o transistor, estudos mostram que os caminhos para a tecnologia não foram “dados” pelas descobertas científicas (Gibbons and Johnston, 1982).

Price (1965) foi um dos primeiros autores a questionar a relação linear entre ciência e tecnologia, afirmando que cada uma destas entidades corresponde a uma forma diferente de produção de conhecimento. Tais formas se relacionam, ocasionalmente, e de forma biunívoca. De fato, a história tem inúmeros casos, bem documentados, de como a ciência se desenvolveu a partir de instrumentos e artefatos construídos por artesãos e engenheiros (Rosenberg, 1992; Stokes, 1997; Mowery and Rosenberg, 1998; Jardine, 1999; Joerges and Shinn, 2001).

Uma figura central nesse debate foi Nathan Rosenberg, que afirmou que i) a “descoberta” baseada em pesquisa não é uma fase preliminar da inovação; ii) a inovação não é um processo seqüencial, mas um que envolve múltiplas interações e

---

<sup>7</sup> Em estudo, hoje considerado clássico, em que relata resultados de um ano de observação em um laboratório da Universidade de Berkeley nos EUA, Knorr-Cetina (1983) critica a noção convencional de comunidade científica prevalente na concepção de ciência socialmente neutra. Ela argumenta que tal noção é uma construção ideologizada e distante do dia a dia da produção de conhecimento. Argumenta ainda que as arenas de ação em que o trabalho científico se desenvolve são transepistêmicas, isto é, elas incluem cientistas e não cientistas e incluem argumentos e preocupações de natureza “técnica” e “não-técnica”.

retro-alimentações para criação de conhecimento; iii) inovação é um processo de aprendizagem que envolve muitos insumos e a pesquisa não é necessariamente um deles; iv) a inovação não depende de processos de invenção e tais processos (que envolvem P&D formal) tendem a ser realizados para solucionar problemas em atividades correntes de inovação e não para iniciar a uma atividade de inovação. (Rosenberg, 1976, 1982; Kline & Rosenberg, 1986).

À luz deste novo entendimento do processo de inovação, nos últimos 15 anos foram desenvolvidos vários modelos explicativos da relação entre ciência, tecnologia e sociedade em geral e sobre produção e uso do conhecimento, em particular. Em geral, todos esses modelos, apesar de trabalharem com categorias analíticas diferentes, enfatizam a relação não linear entre pesquisa e produção, concebem os processos de geração e uso de conhecimento como sendo de natureza muito mais complexa, envolvendo vários atores localizados e interagindo em contextos sociais particulares (Velho, 2004). Os principais modelos e propostas são: Modo 1 e Modo 2 (Gibbons et al, 1994); sistemas nacionais de inovação (Freeman, 1995; Nelson, 1993; Lundvall, 1992); hélice tripla (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000); construção social da tecnologia (Bijker, 1995); teoria do ator-rede (Latour & Woolgar, 1979; Latour, 1988 ; Callon, 1987). É comum a todos os modelos a idéia de que produção de conhecimento e estrutura social são intimamente relacionados ao ponto de que não se sabe onde começa a C&T e termina a sociedade e vice-versa. Não há, portanto, separação possível.

A abordagem associada aos modelos sistêmicos, interativos, está sendo absorvida por analistas e formuladores ou executores de política. Os instrumentos de financiamento buscam apoiar projetos interdisciplinares e interinstitucionais (atores trabalhando em contextos institucionais diversos), com destaque para programas de colaboração entre o setor público de pesquisa e o setor privado. Atores principais agora envolvem, além de pesquisadores, também os políticos e servidores públicos, economistas, especialistas em marketing, industriais – até a composição dos comitês e painéis para alocação de recursos e avaliação da PCTI reflete essa multiplicidade de atores sociais. Novos instrumentos que autorizam, por exemplo, a concessão de subvenções

econômicas a empresas para a realização de atividades de P&D e inovação tecnológica rompem com os paradigmas anteriores vinculados ao modelo linear.

O “sucesso” de um instrumento de política não se mede mais apenas pelos resultados dos projetos financiados em termos de produção acadêmica (número de publicações e citações), ainda que esses indicadores continuem a ser chave e usados de maneiras e em situações em que têm pouca legitimidade. Desenvolvem-se metodologias para estimar os impactos econômicos e sociais, assim como novos instrumentos para detectar oportunidades como *foresight* e até de participação pública na identificação das prioridades para financiamento da pesquisa pública. Há busca por indicadores de inovação, com a criação de estruturas sistemáticas para coleta de informação, bases de dados e métodos de análise e interpretação.

Tratou-se até aqui de duas visões de ciência, quais sejam: ciência universal e socialmente neutra, e ciência socialmente contextualizada. Para cada uma destas concepções, que se tomou forma e se consolidou num período histórico específico, apresentou-se o conceito dominante de ciência e outras categorias de análise que, conforme se argumentou, são logicamente derivadas do conceito, tais como: quem produz conhecimento científico; a visão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade; a racionalidade (ou lógica) e o foco da política de CTI; os instrumentos de análise de políticas e de avaliação. Um resumo destas categorias, para cada uma das concepções de ciência, encontra-se no quadro 1.

Essa modificação na nossa compreensão sobre a concepção de ciência e, conseqüentemente, sobre os processos de produção e uso de conhecimento colocam várias questões para a concepção de políticas de CTI. Estas serão tratadas na próxima seção.

**Quadro 1. Concepções de Ciência e Política Científica, Tecnológica e de Inovação**

<b>Período Paradigma</b>	<b>Pós-Guerras – 1980's Ciência como Motor do Progresso</b>	<b>A partir da década de 1990 Ciência como Fonte de Oportunidade Estratégica</b>
<b>Concepção de Ciência</b>	Histórica e socialmente neutra Universal Lógica interna própria	Socialmente construída "Relativismo" Estilos Nacionais Conhecimento local e tácito
<b>Quem Produz Conhecimento</b>	Os cientistas ("República da Ciência") Normas e Valores Sistema de Recompensa – reconhecimento pelos pares	Cientistas, Engenheiros, outros profissionais, diretamente influenciados por uma complexa rede de atores e interesses Diversidade de configurações das redes
<b>Relação C&amp;T&amp;I&amp;S</b>	Linear <i>science push</i> <i>Demand pull</i>	Modelos Interativos Integra oferta e demanda Reversibilidade das redes
<b>Racionalidade e Foco Política CT&amp;I</b>	Fortalecimento da Capacidade de Pesquisa Ofertismo Foco na Política Científica  Identificação de prioridades Vinculacionismo  Foco na Política Tecnológica	Programas estratégicos  Pesquisa colaborativa ("Parcerismo")  Coordenação e gestão infraestrutura  Foco na Política de Inovação
<b>Análise e Avaliação</b>	Indicadores de input Indicadores bibliométricos de output Revisão por pares (a ciência de qualidade, mais cedo ou mais tarde, encontra aplicação)	Revisão por pares ampliado  Análise de Impactos Programas Foresight e construção cenários Indicadores científicos ?? Indicadores de inovação ?? Participação pública ??

### **3. Questões Relevantes para Nova Geração de Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação**

No período dominado pela concepção de ciência universal e socialmente neutra, houve uma enorme atividade de produção de conhecimento que deu sustentação às políticas CTI. Foi mencionado no texto acima a importância e o alcance dos estudos de Merton e seus seguidores para a compreensão do funcionamento do sistema social da ciência, do significado da publicação para o sistema de recompensa e como essas “descobertas” serviram de base a uma política científica voltada para a pesquisa básica e delegada à própria comunidade de pesquisadores. Essa política buscou compilar informações, formar bases de dados, desenvolver metodologias de análise e de geração de indicadores que pudessem auxiliar o processo de gestão da produção e uso de conhecimento.

Com a mudança da concepção de ciência e da nossa compreensão dos processos de inovação, o conhecimento gerado no paradigma anterior tem que se reinterpretado e são muitas as questões que ainda devem ser respondidas para que se possa conceber, desenhar, executar e avaliar política CTI que contribuam para o desenvolvimento desejado. Estas questões são de natureza conceitual e metodológica e também política.

Do ponto de vista conceitual, é necessário entender melhor, por exemplo, essa nova concepção de ciência socialmente contextualizada. Significa, como argumentam alguns autores, que o contexto está se tornando cada vez mais parte da pesquisa (Nowotny et al, 2001)? Caso positivo, como se pode interferir de tal forma que a agenda de pesquisa incorpore os elementos do contexto que se deseja? A resposta a essas questões é fundamental para países como o Brasil que têm ambientes naturais e sociais tão diversos e que necessitam linhas de pesquisa próprias, como metodologias e bases de dados próprias.

É necessário entender, também, as implicações destes novos modos de produção de conhecimento científico (interativos, interinstitucionais) para os processos de formação de novos pesquisadores. Estudos realizados na Europa e nos EUA têm

sistematicamente apontado que os egressos de doutorado sentem-se mal preparados para carreiras não acadêmicas, particularmente para trabalhar em empresas privadas, destino de uma parcela considerável deles. O que eles apontam é que o treinamento no doutorado foca demasiadamente na pesquisa, negligenciando o desenvolvimento de outras habilidades importantes tais como: capacidade para trabalhar em equipe; capacidade de gestão financeira da pesquisa; habilidade de comunicação e apresentação; capacidade de interação com colegas de outras disciplinas ou com atores de outros setores; capacidade de liderança e resolução de conflitos; entendimento e gerenciamento de questões relativas à propriedade intelectual e habilidades para negociação. A conclusão de tais estudos é que o treinamento em uma especialidade científica ou acadêmica (e quatro anos fazendo isso em uma relação do tipo mestre-aprendiz) conforme é tradicionalmente definido, pode ser muito menos relevante hoje em dia do que já foi no passado.<sup>8</sup>

Da mesma forma, o questionamento dos modelos de inovação baseada na ciência (modelo linear) levam a um conjunto de problemas empíricos. Estes incluem, por exemplo: como as inovações ocorrem, na prática e em contextos específicos? Qual o papel do conhecimento científico no processo de inovação? Qual o papel da engenharia, das habilidades artesanais, do conhecimento tácito, do design e de outras formas de conhecimento? Qual o papel das reações do mercado? Como essas práticas diferem entre tecnologias, indústrias, setores, regiões, países? Quando se abandona o modelo linear abrem-se novas maneiras para se pensar sobre inovação.

Tais questões conceituais, que são apenas exemplos, precisam de novas metodologias e bases de dados para serem analisadas. Um grande problema nesta dimensão dos dados é que as bases de dados, as estatísticas e indicadores, uma vez que começam a ser usados criam instituições, tanto na forma de organizações que produzem os dados, como em termos de hábitos de pensar e interpretar, interesses dos produtores

---

<sup>8</sup> Esse argumento tem sido utilizado em vários documentos resultantes de discussão entre pesquisadores e instituições de políticas de pesquisa nos Estados Unidos e Europa. Para se ter uma idéia desses argumentos sobre a necessidade de mudanças no modelo de formação de doutores ver < [www.esf.org](http://www.esf.org) > e CHEPS (2002) para a Europa; Re-envisioning the PhD (2000) e Golde and Dore (2001) para os EUA.

da informação e estes são muito difíceis de serem mudados. Godin (2006: 641), por exemplo, afirma que:

“A longa sobrevivência do modelo linear de inovação, apesar das críticas que sofreu, deve-se às estatísticas. Tendo se enraizado – com ajuda das categorias estatísticas para contar recursos e alocar fundos à ciência e tecnologia – e se tornado o padrão nos manuais metodológicos da OECD, o modelo linear funcionava como um fato social. Modelos rivais, por sua falta de fundamentos estatísticos, não podiam substituir o modelo linear facilmente”

Analogamente, somos todos testemunhas da “força” das empresas de informação científica que produzem bases como a Web of Science (Reuters-Thomson e a Scopus (Elsevier)). Apesar das reconhecidas limitações conceituais e metodológicas destas bases para a tomada de decisão em PCTI, as estatísticas que produzem viraram o padrão para avaliação da pesquisa no Brasil e têm implicações importantíssimas para a alocação de recursos. Portanto, uma condição essencial para o surgimento de uma nova geração de políticas CTI é a geração de informação e de métodos para arquivar e analisar tal informação – a produção de estatísticas conceitualmente válidas e metodologicamente confiáveis. Isso, sem dúvida, requer a formação de recursos humanos especializados, uma das grandes carências que se enfrenta já hoje nesta área.

Finalmente, existem questões de natureza política que precisam ser enfrentadas. A mais importante, talvez, seja o fato de que tanto a concepção de ciência universal e socialmente neutra como a do modelo linear de inovação estão profundamente arraigadas entre os pesquisadores brasileiros e no aparato do governo (e, provavelmente, também no imaginário popular). Ambas as concepções têm sido muito influentes. As organizações acadêmicas e os pesquisadores até hoje justificam a necessidade e a obtenção de mais recursos de pesquisa usando esse modelo. Muito poucas pessoas que estudam os processos de produção e uso de conhecimento defendem ainda esse entendimento da inovação. Como afirmou Nathan Rosenberg (1994: 139): “Todo mundo sabe que o modelo linear de inovação está morto”. Mas será que esse é, realmente, o caso?

## Referências

Barnes, B. *Scientific Knowledge and Sociological Theory*. London: Routledge & Kegan Paul, 1974.

Bijker, Wiebe. *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Towards a Theory of Sociotechnical Change*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1995.

Bloor, D. *Knowledge and Social Imagery*. London: Routledge & Kegan Paul, 1976.

Bozeman, Barry. "Evaluating Government Technology Transfer: Early Impacts of the Cooperative Technology Paradigm." *Policy Studies Journal* 22, no. 3 (1994): 322-327.

Braun, D. "Last tensions in research policy-making - a delegation problem." 30, no. 5 (2003): 309-321.

Brooks, Harvey. "Science Indicators and Science Priorities." In *Quality in Science*, by M. la Follette. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1982.

Bush, V. 1995. *Science: The endless frontier*. 1945. Reprint, North Stratford, NH: Ayer Co.

Callon, Michel. "Society in the Making: the study of Technology as a tool for the sociological analysis." In *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, by Wiebe Bijker and Thomas & Pinch, Trevor Hughes, 83-106. Cambridge: MIT Press, 1987.

CHEPS (Center for Higher Education Policy Studies) (2002), *Changing Modes of Knowledge Production and Labor Markets*. Proceeding of the International Workshop, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 21-22 October 2002.

Chubin, Daryl E. "Research Evaluation and the Generation of Big Science Policy." *Knowledge: Creation, Diffusion, Utilization* 9, no. 2 (1988): 254-277.

Cole, S. & J. Cole, *Social Stratification in Science*. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

Collins, R. & S. Restivo. "Development, Diversity, and Conflict in the Sociology of Science", *Sociological Quarterly*, vol.24, pp.185-200, 1983.

Dagnino, Renato, e Hernan Thomas. "La Política Científica y Tecnológica en América Latina." *REDES* 12, n. 6 (1999): 49-74.

Dagnino, Renato, Hernan Thomas, e Amilcar Davyt. "El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación de su trayectoria." *REDES* 3 (1996): 13-51.

Dickson, David. *The New Politics of Science*. Chicago: The University of Chicago Press, 1988.

Dodgson, M. & Bessant, J. *Effective Innovation Policy*. London: Routledge/International Thomson Business Press, 1996.

Elzinga, A. & Jamison, A. "Changing Policy Agendas in science and Technology." In *Handbook of Science and Technology Studies*, by S. Jasanoff, G.E. Markle and J.C. & Pinch, T. J. Petersen, 572-597. London: Sage, 1995.

Etzkowitz, Henry & Leydesdorff, Loet. "The Dynamics of Innovation: from National Systems and Mode 2 to Triple Helix of university-industry-government." *Research Policy* 29 (2000): 109-123.

Freeman, Christopher. "The National System of Innovation in Historical Perspective." *Cambridge Journal of Economics* 19, no. 1 (1995): 5-24.

Gibbons, M., H. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott, and M. Trow. *The New Production of Knowledge*. London: Sage Publications, 1994.

Gibbons, Michael; Johnston, R.D. "The roles of science in technological innovation", *Research Policy*, Vol. 3: 220-242, 1972.

Godin, B. "The linear model of innovation. The historical reconstruction of an analytical framework", *Science, Technology and Human Values*, 31 (6): 639-667, 2006.

Golde, C. and Dore, T. (2001), At cross purposes: what the experiences of today's doctoral students reveal of doctoral education, Pew Charitable Trust, <http://www.phd-survey.org/report%20final.pdf>, último acesso em 03/11/2006.

Gross, P.R. & N. Levitt. *Higher Superstition: the academic Left and its quarrels with Science*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1998.

Herrera, Amílcar. "Social Determinants of Science Policy in Latin America." In *Science, Technology and Development*, by Charles Cooper, 19-37. London: Frank Cass, 1973.

IIT Research Institute. *Technology in retrospect and critical events in science (TRACES)*. Washington: National Science Foundation, 1968.

Irvine, J. & B. Martin,. "Es Possible Valorar la Investigación Pura?", *Mundo Científico*, vol.12, nº11, pp.162-195, 1982.

Jardine, Lisa. *Ingenious Pursuit. Buiding the Scientific Revolution*, London: Little, Brown and Company, 1999.

Joerges, Bernward & Terry Shinn. *Instrumentation Between Science, State and Industry*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001.

Kline, S., and Rosenberg, N. "An Overview of Innovation," in R. Landau (ed.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, Washington: National Academy Press, 275–306, 1986.

Knorr-Cetina, Karen, and Michael Mulkay. *Science Observed. Perspectives on the Social Study of Science*. London: Sage, 1983.

Knorr-Cetina, Karen. "The Ethnographic Study of Scientific Work: Towards a Constructivist Interpretation of Science." In *Science Observed. Perspectives on the Social Study of Science*, by Karen & Mulkay, Michael Knorr-Cetina, 115-140. London and Beverly Hills: Sage, 1983.

Kreilkamp, K. "Hindsight and the real world of science policy", *Science Studies* 1: 43-66, 1971.

Laredo, P. & Mustar, P. *Research and Innovation Policies in the New Global Economy. An International Comparative Analysis*. Cheltenham: Edward Elgar, 2001.

Latour, Bruno & Woolgar, Steve. *Laboratory Life. The Social Construction of Scientific Facts*. London and Beverly Hills: Sage, 1979.

Latour, Bruno. "A relativistic account of Einstein's relativity." *Social Studies of Science* 18 (1988): 3-44.

Lemola, T. "Convergence of national science and technology policies." *Research Policy* 33, no. 3 (2002): 1481-1490.

Lundvall, B-A. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Frances Pinter, 1992.

Merton, Robert K. "Paradigm for a Sociology of Knowledge." In *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, by Robert K. Merton. Chicago: Chicago University Press, [1938] 1973.

Merton, Robert K. "The Normative Structure of Science." In *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, by Robert K. Merton. Chicago: University of Chicago Press, [1942] 1973.

Mowery, David C. & Rosenberg, Nathan. *Paths of Innovation – Technological Change in 20<sup>th</sup> Century America*, Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

Mulkay, Michael. *Science and the Sociology of Knowledge*. London: George Allen & Unwin, 1979.

Nelson, Richard. *National Innovation Systems: a Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press, 1993.

Nowotny, H., P. Scott & M. Gibbons. *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in the Age of Uncertainty*, Cambridge: Polity, 2001.

Popper, K. *Open Society and its Enemies* (2 Vol), London: Routledge, [1951], 2002.  
Price, D. J. de Solla. *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press, 1963.

Price, D. J. De Solla. "Is Technology Historically Independent of Science? A Study in Statistical Historiography", *Technology and Culture*, Vol. VI (4): , 1965.

Re-envisioning the Ph.D (2000), Conference proceedings and related materials. Center for Instructional Development, University of Washington, [www.grad.washington.edu/envision](http://www.grad.washington.edu/envision), último acesso em 30/11/2006.

Rip, Arie. "The Republic of Science in the 1990s." *Higher Education* 28, no. 1 (1994): 3-23.

Ronayne, Jarleth. *Science in Government*. London: Edward Arnold, 1984.

Rosenberg, N. *Perspectives on Technology*, Cambridge: Cambridge University Press, 1976

Rosenberg, N. *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge: Cambridge University Press. 1982

Rosenberg, N. "Science and Technology in the Twentieth Century". In: G. Dosi; R. Gianetti; P. Toninelli (Eds.), *Technology and Enterprise in A Historical Perspective*. Oxford: Clarendon Press, pp. 1992

Rosenberg, N. *Exploring the Black Box: Technology, Economics and History*, New York: Cambridge University Press, 1994.

Rothwell, R., and M. Dodgson. "European Technology Policy Evolution." *Technovation* 12, no. 4 (1992): 223-238.

Ruivo, Beatriz. "'Phases or Paradigmas of Science Policy?'" *Science and Public Policy* 21, no. 3 (1994): 157-164.

Sagasti, Francisco. "Science and Technology Policy Research for Development: an overview and some priorities from a Latin American Perspective." *Bulletin of Science, Technology and Society* 9, n. 1 (1989): 50-60.

Salomon, Jean-Jacques. "Science Policy Studies and the Development of Science Policy." In *Science, Technology and Society: a cross-disciplinary perspective*, by I. & Price, Derek John de Solla Spiegel-Rosing. London: Sage Publications, 1977.

Stokes, Donald E. *Pasteur's Quadrant – Basic Science and Technological Innovation*, Washington DC: Brookings Institution Press, 1997.

Storer, N.W., *The Social System of Science*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1966.

Velho, Léa. "Research Capacity Building for Development: from Old to New Assumptions." *Science, Technology and Society* 9, no. 2 (2004): 172-207.

Wade, N. "Citation Analysis: a New Tool for Science Administrators", *Science*, vol.188 (2 de maio), pp.429-432, 1975.

Webster, Andrew. *Science, Technology and Society*. London: Macmillan Education Ltd., 1991.

Zuckerman, H.A., "Patterns of Name Ordering Among Authors of Scientific Papers: A Study of Social Symbolism and Its Ambiguity", *American Journal of Sociology*, vol.74, pp.276-291, 1968.