

Coordenação e organização da inovação: perspectivas do estudo do futuro e da avaliação em ciência e tecnologia

Mauro Zackiewicz

Na prática do planejamento e da gestão em ciência e tecnologia da atualidade, a fronteira entre os esforços empreendidos para estudar o futuro ou para avaliar as atividades de ciência e tecnologia vem se tornando cada vez mais difusa. Ocorre uma perceptível convergência conceitual que pode ser atribuída à reinterpretação do papel que essas atividades exercem na organização institucional da ciência e tecnologia, especialmente quando fica clara sua inserção nos contextos complexos que caracterizam os processos de inovação.

Obviamente, permanece a distinção entre estudar o futuro e avaliar resultados, os próprios termos se referem a temporalidades opostas, futuro e passado, antes e depois. A prática, ao operacionalizar essa dicotomia, reflete ainda concepções bastante enraizadas em tradições por muito tempo desenvolvidas isoladamente. A proposição de um novo referencial não diminui a importância de sondar futuro e passado, porém compreende ambas atividades como elementos do mesmo esforço: organizar e gerar coordenação no ambiente em que a ciência e a tecnologia se desenvolvem.

A exposição que segue tem como objetivo discutir as raízes das atividades de avaliação e estudo do futuro em C&T e mostrar porque grande parte de seus fundamentos originais não são mais considerados suficientes. Novas abordagens e procedimentos de avaliação e de prospecção vêm sendo adotados em muitos trabalhos recentes e é importante ter clareza sobre o quê está motivando essas mudanças e como isso modifica a própria noção de planejamento das atividades de C&T.

Nas páginas seguintes, serão discutidas as principais concepções existentes para as atividades de avaliação e prospecção em C&T e evidências para legitimar a hipótese sugerida, ou seja, que novos conceitos embasam muitas das atuais práticas e metodologias de prospecção e avaliação em ciência e tecnologia e levam à convergência entre os dois campos. Não se pretende esgotar a discussão neste breve texto. Dada a vastidão da produção científica e de estudos de caso nesses campos é praticamente impossível tratar os temas avaliação e estudos do futuro em sua totalidade. Optei por tentar contextualizar de forma geral a emergência dos respectivos *mainstreams* – o *forecasting* e a cientometria – para em seguida discutir como os atuais esquemas explicativos dos processos de inovação e a evolução dos arranjos institucionais da pesquisa influenciaram os novos aportes conceituais e metodológicos surgidos desses campos ou em alternativa a eles, os quais, não por acaso, se apresentam em grande parte sobrepostos.

ANTECEDENTES

A avaliação da ciência segue no geral um *ethos* corporativo, e essa é uma herança bastante importante que não se pode ignorar. O senso comum na academia ainda é que ninguém melhor que os próprios cientistas e intelectuais para avaliar o trabalho de cientistas e intelectuais. O *ethos* mertoniano da ciência – em seus imperativos institucionais de universalismo, comunismo, desinteresse e ceticismo organizado¹ – explica a endogeneização de seus processos de avaliação, cujo mecanismo preferencial é o chamado *peer review*, a avaliação pelos pares. No ambiente científico, o indicador de excelência é a publicação indexada, cujo mérito é garantido por conselhos editoriais especializados.

No ambiente mertoniano, a produção de tecnologia na academia é interpretada como ciência “aplicada” e no fundo tratar-se-ia da contribuição direta do saber para o bem comum: a transformação do saber científico em artefatos e procedimentos úteis (o que também explica porque em muitos casos certas tecnologias possam ser vistas como ciência “degenerada”, servindo a interesses do capital, do mercado, de militares e, portanto em conflito com os princípios de comunismo e desinteresse do fazer científico). Nes-

¹ Cf. Merton, 1979 (1942).

sa visão linear de produção de tecnologia “útil à sociedade”, os esforços autocentrados da academia em produzir tecnologia podem ser também avaliados pelos pares, uma vez que seguem o mesmo *ethos*. Entretanto, quando algum “produto” tecnológico sai das mãos do pesquisador e vai para a sociedade, a responsabilidade pelo uso – e pelas avaliações que se fizerem convenientes – é automaticamente transferida para fora da academia, não lhe diz mais respeito. O uso, a apropriação e as conseqüências da nova tecnologia passam a ser questões políticas para serem discutidas em outra esfera.

Por sua vez, principalmente devido ao aumento de escala, do custo crescente da atividade científica e tecnológica² e do reconhecimento cada vez mais difundido da importância das inovações para o desenvolvimento das sociedades, os governos intensificaram suas políticas específicas para o setor e, em maior ou menor grau, adotaram uma postura de *accountability*. A lógica é que se a maior parte do dinheiro que financia C&T é público, então as instituições beneficiadas devem ao poder público justificativas de seu uso. De acordo com seu próprio *ethos*, o Estado tende então a aplicar critérios de avaliação advindos da racionalidade administrativa e econômica e, mais recentemente, de uma crescente preocupação com impactos sociais e ambientais. A avaliação tradicional do Estado tem como objetivo medir a eficiência de investimentos e a efetividade de resultados.

O conflito entre os dois mundos – academia e Estado – é evidente, e são grandes os esforços políticos da comunidade científica em justificar sua importância e garantir sua preservação a partir de seu próprio referencial. No caso brasileiro, ainda hoje é limitada a penetração da avaliação externa com critérios não-científicos em grande parte das instituições de pesquisa e ensino superior. De fato, são apenas alguns projetos e políticas científicas e tecnológicas deliberadamente voltadas para a inovação que compõem a antítese desta situação, tornando-se assim os objetos preferenciais de avaliações mais abrangentes.

No outro pólo de nossa discussão, a previsão dos avanços científicos e tecnológicos é um tema que sempre fascinou os cientistas. A própria lógica do método científico – de construir teorias para explicar os fenômenos e fazer previsões sobre seu comportamento futuro – induz à construção de uma metateoria, ou seja, uma teoria que explique a evolução futura das teorias, das descobertas científicas e dos avanços técnicos.

² Cf. Price, 1976 (1963).

Claro que teorias são sempre *proxis*, pois no caminho em busca da verdade sempre podem ser refutadas, generalizadas ou reduzidas a meras “boas aproximações”. As teorias sobre o conhecimento e o avanço da ciência também. Karl Popper descreveu o conhecimento humano como um processo evolutivo.³ Kuhn introduziu o conceito de paradigma científico.⁴ Feyerabend se rebelou contra o método – para ele a evolução científica seria um processo essencialmente anárquico de rompimento com as teorias estabelecidas.^{5,6}

Apesar dos alertas contidos nestas interpretações sobre os limites quanto à previsão dos rumos da produção de conhecimento, muitos modelos e abstrações mais simplistas alimentaram (e ainda alimentam) a crença de que é possível prever cientificamente os avanços da ciência, bastando utilizar métodos adequados para tanto (de modo que quanto melhor o método mais correta a resposta obtida). Isso carrega o pressuposto um tanto inocente de que os fatos científicos, as leis da natureza e a verdade existam por si próprios, independentes do contexto histórico e social que permitem sua “descoberta” e aceitação.

Desta crença vêm a utilização de variados métodos de *forecasting* para prever fatos sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Desde o fim da Segunda Guerra, os especialistas nesse campo não eram mais os visionários, os futuristas ou os autores de ficção científica; passaram a ser também cientistas, apoiados em formulações precisas e modelos sofisticados. Muitos destes modelos surgiram em decorrência das tentativas que as ciências sociais fizeram desde o final do século XIX para se firmarem como ciência “séria”, especialmente pela economia, que adotou o paradigma da física newtoniana para engendrar o modelo do sistema econômico em equilíbrio, formulado conceitualmente desde Adam Smith, mas que somente neste período desenvolveu uma formalização matemática à altura.

As práticas da escola de *forecasting* foram incentivadas pelos esforços dos governos em legislar sobre a ciência – especialmente sobre a custosa *big science* – e produzir *accountability*. Embora ainda sob perspectivas bastante

³ Popper, 1975 (1972).

⁴ Kuhn, 1962. A partir da formulação de paradigmas científicos, mais tarde o economista Giovanni Dosi estabeleceu o conceito de “trajetórias tecnológicas”. Cf. DOSI, 1982.

⁵ Feyerabend, 1975.

⁶ Ocorre aqui um paralelo interessante entre o cientista anárquico e o empresário inovador de Schumpeter, porém, nesse caso, o economista precedeu o físico. Cf. Schumpeter, 1982 (1912).

diferentes, a partir do pós-guerra tanto a avaliação (externa) das atividades científicas quanto a previsão de seus avanços passaram a ser cada vez mais tratados por métodos com fortes influências da teoria econômica. A ciência, cada vez mais, precisava provar quantitativamente sua utilidade.

Da maior intervenção estatal decorreu também que a produção de conhecimento passou a ser cada vez mais planejada e internalizada como função estatal. Já no pós-guerra, os grandes projetos estatais de *big science* dos EUA e o aumento do número e da escala dos grandes laboratórios de P&D das empresas estatais e multinacionais privadas partilhavam de um novo *ethos* de trabalho científico. O objetivo passava a ser a inovação, a produção de conhecimentos científicos e tecnológicos (e essa distinção foi se tornando cada vez menos importante) com intenções claramente definidas: criar e desenvolver os mais diversos artefatos úteis – bens de mercado, novas tecnologias de comunicação, armamentos, novas variedades agrícolas, vacinas, novos sistemas de gestão da produção e assim por diante – em meio a uma inédita profusão de novos conhecimentos “básicos e aplicados” obtidos da pesquisa em praticamente todas as áreas do saber.

UMA NOVA INTERPRETAÇÃO PARA CIÊNCIA E TECNOLOGIA: A INOVAÇÃO

Identificamos rapidamente até aqui, a partir da própria lógica interna da ciência, a origem de seus mecanismos preferenciais de avaliação e de estudar o futuro de si mesma e alertamos para o fato de que alguns importantes desdobramentos históricos – com destaque para o papel ativo assumido pelo poder público – levaram à emergência da pesquisa institucionalizada e direcionada à inovação.

Paralelamente a esse processo de institucionalização, e de modo mais intenso a partir da década de 1950, grande parte da ciência também começava a ser reformulada. Um importante ponto de partida para este salto veio de estudos da biologia e foi desenvolvido na Teoria dos Sistemas Gerais.⁷ Rigosamente falando, a sistêmica⁸ não é uma teoria *strictu sensu*, mas de um conjunto de enfoques e modelos mais ou menos relacionados entre si que procuram superar as limitações do paradigma mecanicista nas ciências e apon-

⁷ Cf. Bertalanffy, 1973 (1968) e Moigne, 1994 (1977).

⁸ Este é a designação mais recente para o campo. Cf. Bresciani Filho e D'Ottaviano (2000).

tar novos caminhos para a investigação, notadamente nas fronteiras interdisciplinares. É enorme a lista de novas disciplinas e correntes surgidas desta raiz: teoria da informação, teoria dos grafos, teoria das redes, teoria dos jogos, teorias da decisão, teorias da organização, planejamento estratégico, são apenas algumas de interesse mais próximo. O jargão “visão sistêmica” tornou-se com o tempo uma espécie de lugar comum nem sempre atento às implicações mais profundas que os conceitos oriundos da sistêmica carregam. Apesar de reunir e tentar dar coerência para um grande conjunto de modelos e teorias correntes, organizando-as em diversos níveis de hierarquia mais ou menos relacionados, muitas das formulações obtidas a partir da sistêmica não se satisfazem com a utilização dos instrumentos analíticos e dedutivos tradicionais, especialmente aquelas denominadas como estruturas abertas, dinâmicas ou em evolução. O modelo lógico-dedutivo clássico é limitado a sistemas fechados ou àqueles para os quais estes sejam uma aproximação razoável. Por decorrência, a formalização (e conseqüente matematização) de muitos dos conceitos utilizados em muitos novos campos do saber, que não podem ou não aceitam fazer essa aproximação, não é satisfatória. Neles, a descrição e a explicação *ex post* e pouco matematizada predominam.

Para nossa discussão, são de maior destaque algumas formulações conceituais bastante ligadas às noções de sistemas dinâmicos abertos e em evolução, as quais se constituíram em alternativas bastante profícuas para o estudo dos processos de inovação e suas inter-relações com os sistemas sociais em geral. São elas:

a) A crítica do modelo linear de inovação: a seqüência de etapas isoladas e subseqüentes – pesquisa básica (ciência), pesquisa aplicada (tecnologia), desenvolvimento de produto e processo e entrada no mercado – foi substituída por um modelo interativo, que generaliza o caso linear, no qual cada uma dessas etapas exerce influências sobre as outras e é influenciada por elas e outros fatores indissociáveis do processo de inovação (conhecimentos tácitos, aprendizado etc.) (Rosenberg, 1982).

b) A interpretação evolucionista da teoria econômica: a concepção do sistema econômico como um conjunto de relações maximizadoras das satisfações individuais com fluxos de oferta e demanda tendendo para o equilíbrio é reinterpretada por um sistema constantemente desequilibrado pela introdução de inovações tecnológicas e organizacionais que alteram esses fluxos.

O comportamento dos agentes passa a ser percebido como rotinas de busca por inovações, cujas tentativas são selecionadas pelo mercado (ambiente) em um processo interativo (Nelson e Winter, 1982).

c) A análise de políticas públicas a partir do modelo incremental, contrapondo-se ao modelo racional otimizador. O modelo incremental envolve o exame de políticas que diferem entre si incrementalmente e que, por sua vez, diferem incrementalmente do *status quo*. Uma política é direcionada a um problema; sua implementação é tentada, ela é alterada, tentada em sua forma alterada, tentada novamente e assim por diante. Problemas e políticas são analisados em pontos diferentes, a partir da perspectiva dos atores envolvidos e sem coordenação aparente (Ham e Hill, 1984). Essa abordagem evita identificar uma racionalidade *ex ante* dada que operaria o processo decisório segundo um modelo ideológico ou um conjunto de preferências definido, estável e passível de dedução.

d) Os conceitos de sistemas de inovação e de redes sócio-técnicas. Diversos autores desenvolveram interpretações sistêmicas para descrever e explicar a indissociabilidade entre os processos de inovação e suas instituições portadoras. Porter (1990) utiliza as empresas multinacionais como elemento de referência e estuda os determinantes de sua competitividade; Nelson (1987) procura na unidade dos Sistemas Nacionais de Inovação a explicação para as diferenças de dinamismo econômico entre países; Lundvall (1992) enfatiza os processos de aprendizado proporcionado pelos fluxos compartilhados de conhecimento nos sistemas de inovação; Callon (1992) propõe o conceito de redes sócio-técnicas para apreender o papel de atores heterogêneos na produção da inovação; Castells (1996) enxerga a emergência de uma sociedade-rede. Para todos estes autores o processo de inovação é parte de uma dinâmica social evolutiva, interativa e cujo desenvolvimento é embebido de incerteza.

A partir destas novas visões, a intervenção esperada do Estado se redireciona para estabelecer ou transformar os processos de aprendizagem e de criação de recursos em todos os níveis (empresas, setores, região e país) (Bach *et al.*, 1998). A emergência deste novo papel se confunde historicamente com as interpretações de enfraquecimento relativo do poder do Estado em tempos de globalização e crescimento das grandes corporações multinacionais. Ambos fatores explicam e interagem na transição do Estado executor de P&D para um Estado organizador do sistema de inovação, o que irá refletir em mudanças significativas em seus métodos.

Nesse quadro, a partir das influências teóricas da sistêmica – e particularmente das quatro formulações que apresentamos – o *forecasting* e a avaliação passam também a ser vistos de modo diferente. A partir daqui, vamos admitir em nossa argumentação também alguma influência da sistêmica e evitar estabelecer deduções diretas e estáveis: vamos tomar os conceitos de *forecasting* e de avaliação eles próprios como sistemas em evolução frente a um ambiente no qual ainda coexistem suas formulações tradicionais, dentre diversas teorizações da inovação, visões de mundo distintas e a co-evolução de fatores políticos, históricos, culturais etc.

Isso nos ajudará a perceber a estreita correlação que existe entre o surgimento das novas abordagens para essas atividades, a evolução dos conceitos que as sustentam e as transformações mais gerais que ocorreram e vêm ocorrendo nas instituições imbricadas em pesquisa e inovação. Perceber os conceitos em movimento também nos livra do embaraço de ter que construir nossa argumentação somente sobre antagonismos entre escolas novas e antigas. Em ambos os campos que examinaremos a seguir, coexistem distintas tradições, as quais se influenciam mutuamente e vêm incorporando cada uma elementos das outras. O antagonismo é bem marcado no momento em que surge alguma abordagem rival, mas em pouco tempo um processo de mútua assimilação atenua a polarização. Também vale a pena alertar que nem todas as variações existentes foram consideradas, algumas por se constituírem apenas de mudanças incrementais às abordagens principais, outras por introduzirem apenas novas denominações que acrescentam muito pouco do ponto de vista conceitual.

Prosseguimos examinando as atividades de previsão dos rumos na ciência e tecnologia, nas quais as mutações são mais antigas e, portanto, mais nítidas.

FORECASTING: DO FUTURO PARA O PRESENTE

Atualmente, podemos identificar no campo dos estudos do futuro diversas escolas em coexistência: a de *technological forecasting* representa ainda o *mainstream* ao lado de outras abordagens de prospecção alternativas que a criticam como insuficiente: a *prospective* francesa, o *foresight* inglês e os novos *roadmaps* corporativos.

Os métodos de *technological forecasting* foram estabelecidos a partir do objetivo de predição a qual já nos referimos. O mais famoso – e controverso – é sem dúvida o método Delphi. Outras técnicas de destaque são a extrapolação, as curvas-S, a análise morfológica e a matriz de impacto cruzado. Não vamos entrar em detalhes sobre os diversos métodos existentes e suas variações por não ser o objetivo deste texto, o leitor encontra facilmente extensivas explicações sobre as características e os usos destes métodos em manuais assinados por Makridakis, Wheelwright e McGee (1983) e Armstrong (2001).

Não só o Delphi, mas as técnicas de *forecasting* em geral há muito vêm sendo criticadas por suas limitações. Muitos trabalhos discutiram e sistematizaram as principais limitações dos métodos mais utilizados.⁹ Os estudos de *forecasting* via de regra ignoram que componentes de política (*policy*) são sempre inerentes às escolhas dos métodos e à aceitação ou não de seus resultados e idealizam uma neutralidade que não corresponde à realidade.

Nos últimos quinze anos, importantes autores da escola de *forecasting* parecem ter assimilado definitivamente estas e outras críticas e têm realizado esforços para contorná-las ou superá-las. É notável a incorporação, a seu modo, de novos elementos, principalmente aqueles da sistêmica que tratam da complexidade. Assim, ouve-se cada vez mais falar de sistemas dinâmicos não-lineares, de caos determinístico¹⁰, de atratores e de evolução nos modelos de *forecasting*. A noção de sistema há muito está presente nesses modelos, só que limitada a suas formulações mais elementares: a de um sistema estável e tendente ao equilíbrio e a de sistemas de oscilações estáveis. Linstone (1999b) reconhece outras três configurações sistêmicas que estariam presentes em sistemas não-lineares: 1. sistemas caóticos com fronteiras previsíveis; 2. sistemas instáveis e divergentes (ou evolutivos) e 3. sistemas auto-organizantes. Entretanto, também reconhece que nem mesmo a matemática possui atualmente teorias adequadas para tratar esses casos e que, portanto, os avanços no campo de *forecasting* estão condicionados por estes limites, que correspondem a uma das fronteiras do próprio conhecimento científico atual.

⁹ Cf. Whiston (1979), Hogwood & Gunn (1984), Schmeder (1988).

¹⁰ Um comportamento caótico é aquele que obedece equações determinísticas mas possui desdobramentos imprevisíveis. Este aparente paradoxo é explicado matematicamente como dependência extrema das condições iniciais, isto é, qualquer ínfima variação nestas provoca grandes variações no comportamento do sistema. Assim, para um sistema caótico ser previsível, seria necessário medir suas variáveis a partir de um referencial com precisão absoluta, o que é impossível na prática.

Na edição especial de 30 anos da revista *Technological Forecasting and Social Change*, outros importantes autores compartilham da opinião de que o campo está passando por um período de transição e que deverá sofrer importantes transformações em um futuro próximo.¹¹

Esta mesma revista tem proporcionado algum espaço para abordagens que identificamos como sendo, em sua origem, concorrentes, como por exemplo a coletânea especial sobre as atividades de *technology foresight* para sistemas nacionais de inovação.¹² Também se percebe a tendência, por parte de alguns autores, de incorporar estas abordagens concorrentes como se fossem simplesmente novas técnicas de *forecasting*.¹³ Estamos, ao que parece, na direção de alguma convergência, porém ainda sobre uma interseção um tanto nebulosa para os próprios especialistas.

Não por acaso, “prospecção” é um termo semanticamente distinto de previsão e predição. Tanto no francês *prospective* quanto no inglês *foresight* a referência está no presente e não no futuro. Os termos remetem à idéia de busca do futuro e à existência de alguma intencionalidade neste futuro procurado. O ponto de partida é assumido como não neutro e no geral os resultados do pensar o futuro em termos prospectivos é normativo, levando à definição de prioridades ou outras políticas visando impactos pré-definidos. Isso aproxima bastante tais estudos ao planejamento, neles o futuro não é algo que existe antes ou independentemente do plano.¹⁴

Na França, Michel Godet, advoga a favor da Prospectiva Estratégica afirmando que “[a] prospectiva restaura o desejo como a força criadora do futuro. Se não há direção para o futuro, o presente é vazio de significado. Então, sonhos não se opõem à realidade, eles a criam, e um plano animado pelo desejo é a força motriz para a ação” (Godet, 1993, p. 2).

Apesar de negar o determinismo do *forecasting*, Godet deixa clara a existência de complementaridades entre quantificações e extrapolações de tendências e a construção de cenários, essa última a principal ferramenta metodológica da Prospectiva. O uso de cenários foi especialmente incenti-

¹¹ Cf. Linstone (1999a).

¹² Cf. Linstone e Grupp (1999).

¹³ Cf. Linstone (1999a) e Coates (1999).

¹⁴ Schmeder (1988) nos alerta, entretanto, para a inocuidade do caso extremo no qual “esforços de previsão tecnológica são realizados para justificar [perante a opinião pública] as escolhas já realizadas pela administração, pelos poderes públicos ou pelas grandes empresas” (p. 7).

vado pelo *boom* do planejamento estratégico a partir do final dos anos 60. Godet aproxima duas tradições – prospecção e estratégia – que compartilham do mesmo objetivo: “antecipar para agir” (1997, p. 51). Para tanto procura mobilizar proativamente a inteligência coletiva dos atores.

Na Inglaterra, principalmente com Ian Miles, Ben Martin e John Irvine no SPRU (*Science Policy Research Unit – Sussex*) e Luke Georghiou do PREST (*Policy Research in Engineering, Science and Technology – Manchester*), a crítica aos usos e abusos dos estudos de *forecasting* remontam à década de 1970.¹⁵ Em 1984, Martin e Irvine publicam *Foresight in Science, Picking the Winners* e fazem a ligação conceitual entre o estudo do futuro e os então recentes *insights* sobre mudanças tecnológicas e o processo de inovação.¹⁶ Os autores exploram os paralelos existentes entre a crítica ao *forecasting* e a crítica ao modelo linear de inovação, bem como aos evidentes limites da teoria econômica neoclássica em internalizar o papel da mudança tecnológica na explicação das mudanças estruturais do capitalismo. A escolha tecnológica não é racional (otimizada) e as inovações não são previsíveis. No entanto podem em alguma medida ser planejadas. A grande contribuição desta escola é a percepção que, se as tecnologias são produtos sociais, o planejamento quanto a seus rumos deve ser negociado socialmente para ser efetivo. Assim, a abordagem de *foresight* enfatiza a legitimação das prioridades “pré-vistas” para o desenvolvimento futuro por meio de processos coletivos de busca, com os quais se procura também comprometimento e consenso entre os pesquisadores de instituições públicas e privadas. Os exercícios de *foresight* encontraram vasto campo e difusão a partir do final dos anos 80 como ferramenta para fortalecer e coordenar sistemas nacionais de inovação, sendo institucionalizados junto a agências governamentais em diversos países.¹⁷

Por sua vez, os *roadmaps* tecnológicos são uma nova alternativa aos já um tanto desgastados métodos do planejamento estratégico e são utilizados

¹⁵ Cf. Whiston, T. (1979).

¹⁶ Cf. também Martin e Irvine (1989) e Martin (1996).

¹⁷ Entre eles destacam-se, pela ordem de implementação, o Japão, a Alemanha, o Reino Unido, a Austrália, Nova Zelândia, Itália, França, Espanha, Holanda e Áustria. Existem entretanto significativas diferenças metodológicas entre eles. A experiência pioneira do Japão nasceu ainda bastante na linha de *forecasting* e só recentemente foi “flexibilizada”. Países como Reino Unido, Austrália e Nova Zelândia adotaram uma orientação mais pragmática e voltada para a competitividade da indústria. Nos países latinos – Itália, França e Espanha – o processo é mais centralizado pelas agências governamentais, com um viés menos afeito à participação plural de distintos atores e mais a uma linha de planejamento com a participação de poucos especialistas. Países pequenos como Holanda e Áustria inovaram e procuraram realizar exercícios de *foresight* em busca de nichos tecnológicos alternativos e em resposta a necessidades sociais específicas.

preferencialmente em grandes corporações privadas. O termo por si só já é significativo – o que propõe é lançar o olhar para o futuro procurando perceber o que vai acontecer e quais tecnologias precisam ser desenvolvidas para que uma determinada indústria possa avançar adiante (Coates, 1999). No campo da administração, é cada vez mais claro que a transformação é a norma. Ao invés de administrar a estabilidade, os profissionais são cada vez mais requisitados a desenvolverem competências para a implementação da mudança e para o aprendizado organizacional e técnico constante (Whitehill, 1996).

Em todos esses três casos (*prospective, foresight e roadmaps*) ocorre certa ênfase em processos participativos e está subjacente a suas abordagens a tentativa de planejar a inovação a partir da concepção e da negociação de um futuro comum desejável. Isto também poderia ser interpretado como uma institucionalização de processos formais¹⁸ de controle social dos rumos da C&T. Scott (1995) define instituições como “estruturas e atividades cognitivas, normativas e regulativas que proporcionam estabilidade e sentido ao comportamento social. As instituições são transportadas por vários portadores – culturas, estruturas e rotinas – e estes operam em níveis múltiplos de jurisdição”.

O mesmo autor argumenta que os processos de institucionalização colaboram para o aumento da racionalidade e da previsibilidade comportamental e para a diminuição da incerteza. Desse modo, apesar da prospecção tecnológica atual pautar-se sobre abordagens que consideram a complexidade dos sistemas de inovação e sua indecidibilidade, seus procedimentos agem no sentido de reduzir os níveis de incerteza e de aleatoriedade associados a estes sistemas. O objetivo final é, na medida do possível, exercer controle e coordenação.¹⁹

AValiação: DA PRESTAÇÃO DE CONTAS AO FOMENTO DA INOVAÇÃO

No campo da avaliação do desempenho da ciência, Cozzens *et al.* (1994,

¹⁸ Para Mintzberg (1994), a institucionalização de procedimentos formalizados é o que define e explica a função do planejamento nas organizações. Nessa passagem do texto, adaptei esta formulação para o caso em discussão, dada a proximidade identificada entre prospecção e planejamento.

¹⁹ Sistemas sob controle e previsíveis proporcionariam então as condições ideais para as técnicas de *forecasting* tradicionais!

apud. Georghiou, 2000) identifica três conjuntos gerais de métodos:

1. Retrospectiva e reconstituição histórica dos *inputs* de conhecimento que resultam em inovações específicas;
2. Medida dos resultados agregados da pesquisa realizada em projetos, programas, campos do saber e instituições a partir de bibliometria, contagem de citações, de patentes, e outros indicadores ligados a publicações e divulgação;
3. Métodos econométricos ou ligados à teoria econômica tais como medidas de performance, crescimento de produtividade e ganhos econômicos e de bem-estar.

Como já comentamos, as barreiras corporativas à avaliação são grandes na comunidade científica. Em ciência, geralmente se aplicam as avaliações dos tipos 1 e 2. As do grupo 3 são mais relacionadas à avaliação de programas tecnológicos, uma vez que são produtos de políticas e estratégias de governos e empresas. São pesquisas planejadas e portanto a avaliação por métodos econômicos e de *accountability* é mais favorecida.

Do ponto de vista econômico, Hertzfeld (1992, *apud*. Georghiou, 2000) classifica as estratégias para medir o retorno dos investimentos em pesquisa em três grupos:

1. Adaptação de modelos de funções de produção macroeconômicas para estimar os efeitos das mudanças tecnológicas ou do conhecimento tecnológico que podem ser atribuídos ao P&D realizado no PIB ou em outra medida agregada de impacto econômico;
2. Modelos microeconômicos que avaliam os retornos de determinada tecnologia para a economia estimando os ganhos gerados para consumidores e produtores;
3. Medidas de patentes, licenças, contratos, royalties pagos, valor em vendas etc.

Todas essas linhas vêm sendo criticadas por possuírem relativa rigidez e esbarrarem em pelo menos dois pontos limitantes. O primeiro deles é que a maior parte dos métodos desconsideram os impactos que não podem ser captados adequadamente por indicadores econômicos, como diversos efeitos so-

ciais, ambientais e de capacitação de recursos humanos. O segundo limitante diz respeito ao fato de que, em geral, as avaliações de impacto econômico se restringem aos aumentos de produtividade obtidos em função dos produtos diretos da pesquisa, excluindo, por exemplo, todo o aprendizado tecnológico e outros ganhos indiretos que se processam tanto no setor de pesquisa como no interior do setor produtivo. Trata-se de aspectos de difícil mensuração, pois dizem respeito a ativos intangíveis, mas de extrema importância para a geração e difusão de novos conhecimentos (Salles-Filho *et al.*, 2000). Novamente as críticas são orientadas para a insuficiência dos métodos tradicionais, baseados em hipóteses simplificadoras que, devido a atual complexidade institucional da pesquisa e da inovação, os desviam de uma adequada modelização da realidade e, principalmente, de sua dinâmica. O objeto em análise não se comporta como um mecanismo e não pode ser reduzido a suas partes constituintes.

Outros obstáculos que dificultam a apreensão da realidade pelas metodologias de avaliação são a falta de clareza de seus próprios objetivos e a necessidade de responder a múltiplos e em geral conflituosos anseios dos envolvidos (Georghiou & Roessner, 2000). Por outro lado, estes mesmos autores advogam que uma combinação criativa de métodos é em geral capaz de possibilitar análises mesmo nas mais difíceis circunstâncias.²⁰

Argumentando a favor de uma maior abrangência metodológica e da incorporação à avaliação de elementos estratégicos e de articulação entre os diferentes atores relacionados aos processos de inovação, Georghiou & Roessner (2000) identificam três influências, correntes a partir da década de 80, no desenvolvimento das abordagens de avaliação de programas tecnológicos, advindas das mudanças nas condições institucionais e da concepção do processo de inovação. São elas:

1. A convergência entre as tradições de avaliação interna (do tipo *peer review* e cientometria) e elementos oriundos de uma demanda crescente por avaliações adotadas de políticas públicas em geral (*accountability*, aferição de impactos sociais, ambientais etc.);
2. A emergência de uma nova gestão pública que requer indicadores de desempenho e de programação das instituições e organizações;

²⁰ Cf. por exemplo o método BETA (Bach *et al.*, 1998).

3. Associação da produção científica com desempenho competitivo e a busca por meios efetivos para promover essa ligação.

Para a literatura no tema, principalmente das escolas europeias, vai se tornando cada vez mais claro que avaliação é também um processo social, o que significa que seus métodos não podem ser simplesmente iguais às técnicas para coleta de dados com subsequentes protocolos de análise. A escolha sobre o que é significativo medir, como e quando medir, e como interpretar o resultado é dependente do modelo subjacente de inovação que o avaliador está usando, implicitamente ou explicitamente (Georghiou & Roessner, 2000).

Assim, atualmente, as motivações presentes na ação de avaliar procuram levá-la além da medida entre a relação *input/output*, seja do ponto de vista de publicações, de retornos econômicos ou de outros impactos. Elementos que procuram captar a complexidade do sistema “pesquisa científica e tecnológica” e suas relações com outros sistemas, seja o sistema econômico, os sistemas sociais, o sistema ambiental etc. vêm sendo incorporados. Este movimento é mais recente e menos claro no campo da avaliação que aquele que vem ocorrendo no campo da prospecção.

Também no campo da avaliação diversas tradições coexistem, até em maior profusão que no da prospecção. Muitas das escolas existentes se desenvolveram praticamente sem contato ou interação entre si, outras se posicionam em explícito conflito.²¹ Dentre os diferentes enfoques relacionados com ciência e tecnologia, encontram-se métodos advindos da avaliação educacional, da avaliação de grandes programas tecnológicos, do *technology assessment*, da garantia da qualidade e da administração, refletindo todo o espectro que caracteriza a filosofia e a metodologia da pesquisa contemporânea: “*hard*” e “*soft*”, teórica e a-teórica, positivista e pós-positivista (Stern, 1993). Estes extremos apontados por Stern podem ser representados pela oposição entre modelos teóricos tradicionais, dedutíveis e previsíveis, e interpretações alternativas como aquelas advindas, por exemplo, dos enfoques sistêmicos já comentados.

De fato, em meio a toda essa diversidade, têm encontrado espaço cres-

²¹ Provavelmente refletindo o conflito entre os *ethos* da ciência tradicional e o das instituições para a inovação.

cente abordagens da avaliação em ciência e tecnologia que se fundamentam em estudos de caracterização, com descrições sistemáticas das instituições, campos de conhecimento e de estruturas em rede (Georghiou, 1995). Essas práticas inovam em seus objetos de avaliação. Já que o processo de inovação é incerto, complexo (por ser envolto de fatores sociais e técnicos imponderáveis) e pode derivar para trajetórias diferentes das planejadas, seus objetivos podem se tornar alvos móveis. Portanto, caracterizar a organização do sistema que os persegue passa a ser mais importante do que simplesmente medir a qualidade e eficiência de seus *outputs*. As diversas metodologias de análise de redes de pesquisa, como a de redes sócio-técnicas (Callon, 1992) e de *triple helix* (Etzkowitiz e Leydesdorff, 2000) são exemplos atuais desta tendência. A disseminação dessas novas abordagens mostra também casos em que seu arcabouço conceitual é utilizado para além de caráter descritivo e avança para o normativo, nem sempre com muita distinção entre os dois momentos.

Laat e Larédo (1998) também observaram a avaliação da pesquisa passando por uma mudança de perspectiva. De seu propósito tradicional de verificar em que extensão os objetivos são cumpridos, seu foco vem se redirecionando para o entendimento de como os resultados obtidos condicionam e são condicionados pelo entorno social a que se relacionam (Callon *et al.*, 1995).

Algumas das atuais atividades de avaliação passam assim a poder ser caracterizados como instrumentos de fomento à inovação, uma vez que explicam os casos de sucesso, auxiliam a dar coerência às formas organizacionais e sinalizam as necessidades de competências específicas e o grau de aderência com os anseios internos e externos à comunidade ou instituição de pesquisa considerada. Para Gaffard (1991), a produção e troca sistemática de informações entre um mesmo nível de hierarquia ou de competências gera coordenação horizontal e um processo de aprendizado que fortalece a coordenação vertical entre os diversos níveis que possibilitam e viabilizam uma inovação. Muitos estudos de avaliação cumprem esse papel, especialmente aqueles que envolvem diversos atores, dos que produzem o conhecimento aos que por ele são afetados, e fazem circular informações estratégicas para a consecução dos processos de inovação.

É nesse campo também evidente a interpenetração de avaliação e pla-

nejamento. Avaliar não é mais somente uma etapa de um planejamento, qual seja, monitorar sua implementação e os resultados alcançados; seus novos métodos são eles próprios planejamento.

A CONVERGÊNCIA CONCEITUAL E O PLANEJAMENTO DE CT&I

A discussão até este ponto apresentou diversas evidências das transformações nos sistemas de prospecção e avaliação e do surgimento de elementos de convergência intra e entre suas formulações conceituais mais atuais. Internamente aos estudos de futuro, a tradicional escola de *forecasting* está atenta aos limites de seus métodos e encontra em suas concorrentes elementos para melhor contextualizá-los. Essas últimas, por sua vez, necessitam incorporar mais “formalização” para se tornarem mais convincentes. Como parece não ser possível reduzi-las umas às outras o embate deve caminhar até que estabeleçam algum novo referencial conceitual e formal comum. Em avaliação, a tendência geral observada é a de expandir o alcance das metodologias e incorporar elementos úteis à própria organização dos sistemas avaliados.

Foi mostrado que a convergência conceitual – e também já em alguma medida metodológica – entre prospecção e avaliação em sistemas de inovação se dá justamente na direção da coordenação e da organização da inovação. Seus estágios atuais sinalizam essa tendência, mas ainda são evidentes as insuficiências. A maior delas talvez seja superar definitivamente suas heranças teóricas mais persistentes, decorrentes das raízes mais tradicionais que discutimos acima. Além disso, os modelos alternativos nem sempre aparecem bem formalizados.

Em atividades de ciência e tecnologia faz cada vez menos sentido conceber o planejamento como uma sucessão de fases bem definidas e conceitualmente isoladas: a identificação de como será o futuro, em seguida o desenho de soluções ótimas, depois a implementação e, finalmente, a avaliação dos resultados alcançados.²² Esta separação reflete o pressuposto de assumir uma cadeia causal que não é necessariamente verdadeira, uma vez que são inseridas em sistemas sociais, políticos e culturais sobre os quais não

²² Alguns esforços para aperfeiçoar este modelo incluem a incorporação de efeitos de *feedback* entre as etapas, mas as mantém conceitualmente isoladas. Cf. Mintzberg (1994).

se tem tanto controle quanto muitas vezes se supõe. À medida que se avança, fica claro que tais etapas do planejar não podem ser desmembradas do todo que é a própria dinâmica da inovação em seus diversos níveis sistêmicos. Aplicar isoladamente planos (procedimentos formalizados) pré-concebidos e padronizados a cada uma dessas etapas implica em ignorar que o todo é maior que a soma das partes. A reinterpetração conceitual das atividade de estudo do futuro e de avaliação envolve também considerar – e articular conjuntamente na gestão – as etapas de implementação da pesquisa nas oportunidades e demandas identificadas e os atores ligados à viabilização da inovação. Para haver coerência e sinergia, é necessário que tudo seja considerado conjuntamente.

Isso nos remete à necessidade de reconceitualizar as práticas de planejamento em CT&I. Se o ambiente é incerto, o futuro pouco previsível, o passado e o estado atual imperfeitamente apreendidos, o que resta é a concentração no movimento do presente. Isso é que nos sinaliza o momento atual das práticas de avaliação e prospecção em diversos países. As duas pontas do planejamento tradicional caminham uma em direção a outra e, ao mesmo tempo, se inserem na dinâmica, se tornam indissociáveis do movimento dos fatos. Não é mais possível planejar de fora do desenrolar dos processos de inovação.

A ênfase atual das metodologias que incorporam essa perspectiva é nitidamente colocada sobre procedimentos participativos. É a partir das percepções subjetivas de diferentes atores ligados à C&T que se espera despertar a capacidade criativa coletiva necessária à inovação. O planejamento, portanto, não é explícito, ele é incorporado no processo e se manifesta pelo aumento da compreensão e do comprometimento – institucionalizados – sobre os caminhos a seguir. Nesse sentido, a coerência das decisões acompanharia o fortalecimento de processos de reflexão coletiva sobre futuro, experiências passadas e contexto atual.

Por fim, do ponto de vista operacional, essa perspectiva totalizante não deve ser confundida com padronização metodológica e adoção de procedimentos estanques. A prática pode adotar metodologias mais ou menos coincidentes, porém sua combinação, orientação e objetivos intrínsecos aparecem sempre muito ligados a objetos imbuídos de especificidades próprias. A diversidade de dinâmicas setoriais, de arranjos institucionais, de diferenças culturais e educacionais requer que não se descuide disso.

A profunda mudança em curso, ao menos no que concerne ao esforço de muitas das instituições de C&T brasileiras em se voltar para a inovação, vem estimulando a prática de atividades de avaliação e de prospecção no país. Em relação a muitos dos demais países com tradição em ciência e tecnologia, as iniciativas de monitorar o desenvolvimento dessas atividades aqui são tardias. Trata-se de uma situação particular, da qual emergem conflitos óbvios, mas que também potencializa oportunidades de aprendizado e de avanços inéditos, em um momento propício a novas experiências metodológicas e aprofundamento conceitual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armstrong, S. (ed.). *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, 2001.

Bach, L.; Furtado, A. & Lambert, G. “Variété des programmes de R&D, variété des méthodes d’évaluation, variété des effets économiques – quelques enseignements tirés de l’application de la méthode du BETA à différents programmes de R&D”. In: Workshop “Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D”, Convênio Capes-Cofecub. Campinas: Unicamp/mimeo, 9 de novembro de 1998.

Bertalanffy, L. Von, *Teoria Geral dos Sistemas* (1968). Petrópolis: Editora Vozes, 1973.

Bresciani Filho, E. & D’Ottaviano, I. M. L. Conceitos Básicos de Sistêmica. In. D’Ottaviano, I. M. L. & Gonzales, M. E. Q. (org.) *Auto-Organização*. Coleção CLE n. 30, p. 283-306. Campinas, 2000.

Callon, M. The dynamics of techno-economic networks. In: Coombs, R.; Saviotti, P.; Walsh, V. (Eds.) *Technological change and company strategies*. London, Academic Press. pp. 72-102, 1992.

Callon, M.; Laredo, P. & Mustar, P. La gestion stratégique de la recherche et de la technologie. L’évaluation des programmes. Paris: Economica, 1995.

Castells, M. *The rise of the Network Society*. USA: Blackwell Publications, 1996.

Coates, J. F. Boom Time in Forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, n. 62, p. 37-40, 1999.

Dosi, G. – Technological paradigms and technological trajectories. The determinants and directions of technical change and the transformation of the

economy. In Freeman, C. (ed.) *Long Waves in the world economy*. London: Frances Pinter, 1982.

Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university – industry – government relations. *Research Policy*. n. 29, p. 109-123, 2000.

Feyerabend, P. *Against Method*. London: NLB, 1975.

Gaffard, J. L. Évaluation de la Recherche et Création de Technologie. In: Bandt, J. & Foray, D. *L'Évaluation Économique de la Recherche et du Changement Technique*. Paris: Editions du CNRS, 1991.

Georghiou, L. Research evaluation in European national science and technology systems. *Research Evaluation*. v. 5, n. 1, p. 3-10, 1995.

Georghiou, L. & Roessner, D. Evaluating technology programs: tools and methods. *Research Policy*, v. 29, p. 657-678, 2000.

Godet, M. *From Anticipation to Action – A Handbook of Strategic Prospective*. France, UNESCO Publishing, 1993.

Godet, M. La prospective stratégique. Prospective-stratégie : différences et complémentarités. *Futuribles*. n. 219, 1997.

Irvine, J. & Martin, B. M. *Foresight in Science, Picking the Winners*. London: Printer Publishers, 1984.

Ham, C. e Hill, M. *The policy process in the Modern Capitalist State*. Brighton: Wheatsheal Book Ltda., 1984.

Hogwood, B.W. & Gunn, L. A. *Policy Analysis for the Real World*. Oxford University Press, 1984.

Kuhn, T.S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1962.

Laat, B. & Laredo, P. Foresight for research and technology policies: from innovation studies to scenario confrontation. In: Eduard Elgar (Ed.). *Technological Change and Organization*. p. 150-179, 1998.

Linstone, H. A. TFSC: 1969-1999. *Technological Forecasting and Social Change*, n. 62, p. 1-8, 1999a.

Linstone, H. A. Complexity Science: Implications for Forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, n. 62, p. 79-90, 1999b.

Linstone, H. A. & Grupp, H. National Technology Foresight Activities Around the Globe: Resurrection and New Paradigms. *Technological Forecasting and Social Change*, n. 60, p. 85-94, 1999.

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

Makridakis, S.; Wheelwright, S. C.; McGee, V. E. *Forecasting: Methods and Applications*, 2. ed.. New York: John Wiley & Sons, 1983.

Martin, B. R. Technology Foresight: capturing the benefits from science-related technologies. *Research Evaluation*. v. 6, n. 2, p. 158-168, 1996.

Martin, B. R. & Irvine, J. *Research Foresight – Priority-Setting in Science*. London: Pinter Publishers, 1989.

Merton, R. Os imperativos institucionais da ciência (1942), In: Deus, J. D. (org). *A Crítica da Ciência*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1979.

Mintzberg, H. *The Rise and Fall of Strategic Planning – reconceiving roles for planning, plans, planners*. The Free Press, 1994.

Moigne, J. L. *La théorie du système général: théorie et modélisation* (1977). 4^e ed. Paris: Presses Universitaires de France, 1994.

Nelson, R. (ed.) *National Innovation Systems – a comparative analysis*, New York: Oxford University Press, 1993.

Nelson, R., Winter, S. *A evolutionary theory of economic change*. Cambridge, Mass.: Havard Univ. Press, 1982.

Popper, K. R. *Conhecimento Objetivo – Uma Abordagem Evolucionária* (1972). Editora Itatiaia e Edusp, 1975.

Porter, M. *The Competitive Advantage of Nations*. New York: The Free Press, 1990.

Price, D. J. S. *O desenvolvimento da Ciência (Little Science, Big Science)*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1976 (1963).

Rosenberg, N. *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge University Press, 1982.

Salles-Filho, S. L. M. (coord.). *Políticas Públicas para a Inovação Tecnológica na Agricultura do Estado de São Paulo: Métodos para Avaliação de Impactos de Pesquisa – Documento 2: Proposta Metodológica*. DPCT/Unicamp. Campinas, 2000.

Schméder, G. Prévision technologique, rétrospective critique. *Futuribles*. n. 124, 1988.

Stern, E. Ongoing and participative evaluation: purpose, design and role in the evaluation of a large-scale R&D programme. *Research Evaluation*. v. 3, n. 2, p. 75-82, 1993.

Schumpeter, J. A. *A Teoria do Desenvolvimento Econômico* (1912). Coleção Os Economistas. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

Scott, W. R. *Institutions and Organizations*. Thousand Oaks: SAGE Publications, 1995.

Whitehill, M. Strategy Foresight: The Future of Strategy Research. *Long Range Planning*. v. 29, n. 2, pp. 249-254, 1996.

Whiston, T. (ed.). *The Uses and Abuses of Forecasting*. Sussex: SPRU, 1979.

Resumo

O artigo resgata as origens das atividades de avaliação e prospecção em C&T e procura mostrar como novos conceitos estão provocando uma singular convergência entre esses dois campos. O entendimento de suas trajetórias e mudanças conceituais é subsídio fundamental para compreender o contexto atual e as implicações que decorrem para a noção de planejamento em atividades de C&T.

Abstract

The article discusses conceptual roots of S&T future studies and evaluation activities. It is showed that new concepts are merging fundamentals and practices of both fields. Understanding the trajectories and changes in these issues is crucial to comprehend present thinking and its influence on planning of S&T activities.

O autor

MAURO ZACKIEWICZ. É mestre em Política Científica e Tecnológica e pesquisador do Grupo de Estudos sobre Organização da Pesquisa e da Inovação (Geopi/DPCT/ Instituto de Geociências/Unicamp).