

Notas sobre a contribuição de Kenneth Arrow para a fundamentação teórica dos "sistemas nacionais de inovação"*

Eduardo da Motta e Albuquerque**

Sumário: 1. Introdução; 2. Sistema nacional de inovação como uma síntese da elaboração neo-schumpeteriana; 3. Arrow e a invenção como um processo de produção de novas informações; 4. Um balanço das contribuições de Arrow para a fundamentação teórica dos sistemas nacionais de inovação; 5. Conclusão.

Palavras-chave: economia da informação; sistemas nacionais de inovação; mudança tecnológica.

Este artigo trata da contribuição de Kenneth Arrow à compreensão do conceito de *sistema nacional de inovação*. É discutido o aparente paradoxo de uma contribuição teórica vinda de um autor que não compartilha os fundamentos teóricos da abordagem evolucionária (que deu origem ao conceito de sistema nacional de inovação).

A contribuição específica de Arrow é identificada em dois pontos principais: a definição da "informação" como uma mercadoria especial e a identificação de um nível subótimo de alocação de recursos para a pesquisa e a invenção quando apenas forças de mercado atuam.

São apresentadas algumas conjecturas sobre as razões da possibilidade de diálogo entre duas abordagens distintas da economia.

This paper deals with Kenneth Arrow's contribution for the understanding of the *national system of innovation*.

There is an apparent paradox here, as Arrow comes from a different theoretical position, in relation to the evolutionary approach that developed the concept of national system of innovation.

Arrow's specific contribution to this theme can be identified in two main topics: the definition of "information" as a special commodity and the identification of an underinvestment in invention and research when the economy relies only on market mechanisms.

The article also discusses a few ideas on the reason why a dialog between these two different economic approaches is possible.

1. Introdução

Este artigo trata da contribuição de Arrow à compreensão e à fundamentação teórica do conceito de *sistema nacional de inovação*, formulado pela corrente neo-schumpeteriana (Freeman, 1987 e 1988; Nelson, 1988 e 1993; Lundvall, 1992). Essa vertente se desenvolve como uma alternativa crítica à abordagem neoclássica, em função da incapacidade desta em lidar com a inovação e o progresso técnico como processos endógenos à dinâmica econômica (Nelson & Winter, 1982). A construção da abordagem evolucionária parte da consideração de que a inovação é o fenômeno central da dinâmica capitalista, atestando suas raízes schumpeterianas (Schumpeter, 1985). Esse ponto de partida, distinto do adotado pela teoria neoclássica, leva a uma ruptura com o enfoque centrado no equilíbrio, pois a inovação tecnológica é fundamentalmente criadora de distúrbios e desequilíbrios.

* Artigo recebido em jun. 1994 e aprovado em jul. 1995.

** Cedeplar-UFMG e IE-UFRJ. Agradeço os comentários e críticas de dois pareceristas anônimos da *Revista Brasileira de Economia*, cujas sugestões foram valiosas para a presente versão deste artigo. Os problemas que persistem são de responsabilidade exclusiva do autor.

A hipótese deste texto é que a investigação sobre as especificidades da mercadoria informação e as conclusões dela derivadas são as principais contribuições de Arrow para a compreensão dos sistemas nacionais de inovação. É necessário, porém, reconhecer que há algo de paradoxal nessa contribuição. Afinal, como Arrow é um dos principais teóricos da axiomatização do equilíbrio geral, é estranho que ele tenha formulações que enriqueçam a elaboração de um conceito desenvolvido a partir de um paradigma tão distinto e tão criticado.

Este trabalho está assim estruturado: primeiro, o conceito de sistema nacional de inovação é apresentado, assim como a sua fundamentação teórica pela abordagem neo-schumpeteriana; a seguir é exposta a elaboração de Arrow sobre a informação, o processo de invenção e o mercado; segue-se um balanço da contribuição de Arrow à compreensão dos sistemas nacionais de inovação; a conclusão do trabalho apresenta algumas hipóteses sobre por que tal contribuição é possível, apesar das diferenças metodológicas entre Arrow e a abordagem evolucionária.

2. Sistema nacional de inovação como uma síntese da elaboração neo-schumpeteriana

O conceito de sistema nacional de inovação foi explicitamente formulado por Freeman (1987), quando pesquisava o processo de desenvolvimento do Japão no pós-guerra. Simultaneamente, e de forma mais ou menos independente, Freeman, Nelson e Lundvall utilizaram este conceito na quinta parte do livro editado por Dosi et alii (1988).

A relevância e o interesse crescente pelo tema levaram à realização de um abrangente estudo comparativo envolvendo os sistemas de inovação de 15 países (Nelson, 1993). Um estudo que leva adiante a elaboração neo-schumpeteriana com elementos históricos, desenvolvimento teórico e análise empírica.

Definição e fundamentação teórica

Como definir um sistema nacional de inovação? Trata-se de uma construção institucional que impulsiona o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas. Sistemas nacionais de inovação podem ser produto tanto de ações planejadas e conscientes quanto de um somatório de decisões não-planejadas e desarticuladas.

Através da construção de um sistema de inovação, viabiliza-se a realização de fluxos de informação e conhecimento científico e tecnológico necessários ao processo de inovação. Esses arranjos institucionais envolvem firmas, redes de interação entre empresas, agências governamentais, universidades, institutos de pesquisa e laboratório de empresas, bem como a atividade de cientistas e engenheiros: arranjos institucionais que se articulam com o sistema educacional, com o setor industrial e empresarial e com as instituições financeiras, compondo o circuito dos agentes que são responsáveis pela geração, implementação e difusão das inovações tecnológicas.¹

O desenvolvimento do conceito de sistema nacional de inovação pressupõe uma abordagem teórica distinta da neoclássica. As razões são diversas. De início, a unidade de análise é

¹ Lundvall (1992) diferencia um conceito "amplo" de sistema nacional de inovação, correspondente à definição acima, e um conceito "restrito" desse sistema, que envolveria apenas as instituições formais de ciência e tecnologia. Neste texto será utilizado o conceito "amplo".

a firma inovadora, definida como uma organização ativa, bastante distinta da firma representativa dos modelos de equilíbrio geral (um agente passivo que toma preços e ajusta a produção). A firma inovadora, buscando a realização de lucros, atua com “racionalidade limitada”, utilizando-se de rotinas e mecanismos de busca, adotando estratégias que serão sancionadas (ou não) por mecanismos de seleção tanto mercantis quanto não-mercantis (Nelson & Winter, 1977 e 1982).²

As oportunidades tecnológicas com as quais se defrontam as firmas estão intrinsecamente ligadas à dinâmica de estabelecimento e superação de paradigmas e trajetórias. A elaboração neo-schumpeteriana apresenta um inter-relacionamento dinâmico da ciência com a tecnologia utilizável pela produção (Rosenberg, 1976), um processo mais complexo e multifacetado do que a visão tradicional de uma seleção pelos produtores, em função dos movimentos da demanda, de um estoque livremente disponível de conhecimentos tecnológicos.

Segundo a formulação de Dosi (1984), a abordagem da seqüência ciência → tecnologia → produção ganha um novo sentido. Inicialmente, a seleção (*ex ante*) de determinado paradigma (o início da seqüência) é realizada de forma tal que a ação dos mecanismos de mercado é fraca. Dosi destaca o estado da ciência e o papel de instituições nesse ponto. As inovações radicais que estão na origem de um novo paradigma dependem muito de novas oportunidades abertas pelos avanços científicos ou por fortes obstáculos encontrados no desenvolvimento de determinadas trajetórias tecnológicas. Essas trajetórias (que garantem a estabilidade dos paradigmas) oferecem caminhos mais ou menos delimitados para a operação dos mecanismos de seleção (mercantis e não-mercantis). A ação das forças econômicas encontraria seu espaço delimitado pelas trajetórias possíveis. Há aí uma formulação onde se configura um espaço para a atuação das forças econômicas, em função de “sinalizações do mercado” (inclusive para as mudanças de demanda). Essa atuação, entretanto, se faz sobre um espaço que tem uma determinação prévia, em função do paradigma e das trajetórias a partir dele definidas. As forças econômicas atuam, mas sobre um leque de opções de certa forma limitado pelas possibilidades tecnológicas. As trajetórias tecnológicas, nesse contexto, se confundiriam com a operação dos processos de busca e seleção, tal como definidos por Nelson e Winter, processos que não são inteiramente aleatórios, pois as firmas devem buscar determinadas estratégias definidas dentro dos contornos de um paradigma. Ao mesmo tempo, está presente a incerteza inerente aos processos de seleção, através da chancela (ou não) do mercado às estratégias escolhidas e implementadas pelas empresas. Os problemas encontrados pela pressão das forças econômicas sobre as trajetórias podem atuar apresentando novos problemas e, talvez, forçando mudanças de trajetórias.

Esses aspectos característicos de um quadro rico e variado dos determinantes do progresso técnico fornecem elementos que fundamentam teoricamente a construção conceitual do sistema nacional de inovação.³

² Nelson e Winter (1982, especialmente partes I e II) desenvolvem tanto a avaliação crítica do enfoque neoclássico quanto as premissas básicas da abordagem evolucionária. São apresentados os teóricos cujas formulações podem ser consideradas componentes de um corpo teórico inicial da nova abordagem. Os estudos de Simon sobre a racionalidade, as análises de Penrose, Chandler e Williamson sobre a organização e evolução das firmas, e a visão de Schumpeter sobre a inovação e a dinâmica econômica estão entre as principais referências teóricas. O caráter amplo e aberto das contribuições adotadas na formulação evolucionária é um ponto forte da síntese teórica inicialmente construída.

³ Dosi (1988:1.164) diagnostica um *gap* entre um painel rico de estudos empíricos de economia industrial e dos resultados de pesquisas da história econômica e a formulação teórica sobre a inovação. Aponta, assim, o caráter de formulação aberta e em desenvolvimento da abordagem evolucionária.

O estudo comparativo das várias experiências de construção dos sistemas nacionais de inovação (Nelson, 1988 e 1993; Freeman, 1988) destaca o papel das histórias, das instituições e das culturas dos países para a definição do perfil e da diversidade desses sistemas.⁴ O caráter nacional dos sistemas de inovação em um ambiente de crescente internacionalização da produção, das atividades científicas e das redes de pesquisa é objeto de investigação (Nelson & Rosenberg, 1993; Chesnais, 1994) e de polêmica (Granstrand et alii, 1993).

O papel crescentemente central da produção de conhecimentos na dinâmica econômica contemporânea

Historicamente é constatada uma dinâmica de crescente sistematização das relações entre a ciência e a tecnologia (Freeman, 1992; Nelson & Rosenberg, 1993; Mowery & Rosenberg, 1989). Desde a Revolução Industrial essas relações estavam presentes, embora de forma difusa (Landes, 1969). A sistematização das relações entre a ciência e a tecnologia conhece um primeiro salto de qualidade com a criação dos primeiros laboratórios de pesquisa industriais em 1870 (Freeman, 1982). Um segundo salto ocorre com a multiplicação da participação do setor público nas atividades de P&D no período posterior à II Guerra Mundial (Mowery & Rosenberg, 1989).

Esse processo pode ser explicado pela ampliação do peso das atividades científicas na definição das inovações tecnológicas que moldam as características básicas dos paradigmas que se sucedem.⁵

Essa sistematização está no centro do processo de amadurecimento dos sistemas de inovação dos países centrais. Organizam-se fluxos de informação e conhecimento que vão-se tornando mais amplos, mais sofisticados e mais complexos. Pressupõem um desenvolvimento institucional específico para dar conta de uma ampliação expressiva desses fluxos e canais de informação, que não são realizados apenas por mecanismos de mercado (Lundvall, 1992, especialmente cap. II). O levantamento histórico indica o papel de instituições públicas, especialmente aquelas ligadas à atividade científica, na geração de conhecimentos fundamentais para a dinâmica tecnológica.

Clark e Juma (1987, cap. V) abordam a constituição dos sistemas de ciência e tecnologia a partir da sistematização dos fluxos de conhecimento. De forma alternativa ao modelo unilinear e unidimensional (ciência → tecnologia → mercado), apresentam um modelo interativo, onde os *feedbacks* entre o setor científico, o setor industrial e o mercado são mais complexos e inter-relacionados. Esse modelo é compatível com a formulação de Dosi sobre os paradigmas e trajetórias tecnológicas.

Analisado por outro ângulo, esse processo pode ser lido como o do crescimento do peso da produção de informação e conhecimentos na dinâmica econômica do capitalismo. Aliás,

⁴ A diversidade nacional dos sistemas de inovação é função da variedade de articulações entre seus elementos constitutivos. Os sistemas se diferenciam quanto a: pesos diferentes do setor público e privado no financiamento dos gastos em P&D; peso relativo da pesquisa básica e aplicada; papel dos gastos militares, papel das grandes e pequenas empresas; grau de planejamento da montagem do sistema; pluralidade institucional; objetivos do sistema (disputar a liderança tecnológica ou organizar um processo de *catching up*) etc. Patel e Pavitt (1994) comparam os sistemas, classificando-os como "dinâmicos" (Japão e Alemanha) e "míopes" (EUA e Inglaterra).

⁵ No paradigma atual, por exemplo, na taxonomia da mudança tecnológica apresentada por Pavitt (1984), existe um setor "baseado na ciência", que desempenha um papel estratégico.

Lundvall (1992), na sua fundamentação do sistema nacional de inovação, enfatiza que o conhecimento é o recurso mais importante da economia moderna.

3. Arrow e a invenção como um processo de produção de novas informações

O diálogo entre Arrow e a elaboração neo-schumpeteriana pode ser estabelecido quando se analisa a crescente centralidade da produção de conhecimentos na dinâmica econômica, que está na base do desenvolvimento do sistema nacional de inovação.

A discussão sobre as especificidades da informação é uma das grandes contribuições de Arrow à teoria econômica. Em um texto recente, ele ressalta a crescente importância dos investimentos para produzir novos conhecimentos (1994:8). A análise de Arrow sobre a informação e a produção de novos conhecimentos foi desenvolvida inicialmente em um ensaio de 1962, já clássico, intitulado "*Economic welfare and the allocation of resources for invention*" (Arrow, 1971).

É interessante fazer uma síntese desse ensaio.⁶

Na introdução, o autor formula uma pergunta tradicional da abordagem neoclássica: a concorrência perfeita determinará uma alocação ótima de recursos para a pesquisa e a invenção?

O primeiro tópico do ensaio discute a "*alocação de recursos sob incerteza*". Explica como a incerteza afeta a economia, através do exemplo da produção agrícola e dos estados da natureza. Introduce o conceito de "mercadoria-contingente" e supõe a existência de um mercado para todas as mercadorias dessa categoria. Acrescenta a idéia de "utilidade esperada". Com esses dados considera que é possível se construir um modelo onde o equilíbrio seria alcançado segundo as mesmas propriedades "Pareto-ótimas" do equilíbrio competitivo "sob certeza".

Mas, esclarece Arrow, o sistema econômico real não possui tais mercados para mercadorias contingentes. Em consequência, os preços serão uma função dos estados da natureza. Desta forma, "a firma e seus proprietários não podem se livrar do peso do risco" (p. 144).

Dada a inexistência dos mercados de mercadorias-contingentes, e considerada a inexorabilidade da incerteza e do risco, Arrow discute outros mecanismos para evitá-los. Analisa, então, o mecanismo do seguro, mas aponta como o chamado "fator moral" (que outros textos tratarão como "risco moral") limita as suas possibilidades. O exemplo vem da prevenção de sinistros: "uma política de seguros contra incêndio, mesmo quando o valor dos bens cobertos é limitado, enfraquece a motivação para a prevenção do incêndio". Surge um problema: "passos que aperfeiçoam a eficiência da economia com respeito à carga de risco podem diminuir sua eficiência técnica" (p. 145).⁷

Arrow demonstra que os mecanismos para a transferência dos riscos existem, mas são "limitados e imperfeitos". E essa dificuldade para se lidar com o risco leva a "distorções na alocação de recursos", seja por aversão ou por preferência pelo risco. Deve-se esperar, por-

⁶ Uma síntese sumária mas abrangente desse ensaio se justifica porque ele costuma ser discutido pelas conjecturas que o autor faz sobre as formas de mercado mais propícias à inovação, apontando que o monopólio teria menos estímulo a inovar do que a competição. Waterson (1984), por exemplo, trata essa conjectura como "hipótese arrowiana". Esta, porém, não é a questão mais importante do ensaio, segundo a abordagem que aqui se desenvolve.

⁷ Arrow (1971) analisa, ainda, a presença do "fator moral" afetando outras tentativas de descarregar o peso do risco: bolsa de valores e os contratos chamados *cost-plus*. Ambos ineficazes, conclui (p. 145-6). Para uma explicação didática do "risco moral" ver Schotter (1990:51-5).

tanto, “um subinvestimento nas atividades em presença de risco”. Sublinha que é valiosa a ampliação dos mecanismos contra o risco, mas lembra que ela é limitada pelo “fator moral” (p. 146).

Uma vez demonstrado o papel da incerteza na vida econômica e o distúrbio que ela cria à alocação ótima, Arrow dá mais um passo em sua elaboração. Considera que a incerteza cria um problema ainda mais sutil para a alocação de recursos: “a informação se torna uma mercadoria” (p. 147). É da informação como uma mercadoria que trata o segundo tópico do ensaio.

Layard e Walters (1978) dão um exemplo simples desta conexão entre incerteza e valor econômico da informação. Tendo como pano de fundo o caso da produção agrícola e dos diversos e imprevisíveis estados da natureza, introduzem a atividade previsão do tempo. Nesta situação essa atividade pode ser muito produtiva: agricultores podem ser avisados de um dilúvio e colher sua safra a tempo (p. 389).

Este exemplo simples esclarece como a informação terá, freqüentemente, um valor econômico. Comparando com uma situação onde a informação não exista, é compreensível, como afirma Arrow, que aquele que a possui “poderá auferir maiores lucros” (1971:147).

Mas a informação não é apenas mais uma mercadoria, ela é uma *mercadoria especial*. Há várias razões para esse caráter especial da mercadoria informação.

Em primeiro lugar, a sua alocação ótima deveria pressupor uma ilimitada distribuição da informação gratuita (com exceção dos custos de sua transmissão). Estabelecer um preço para a informação em si é determinar restrições à sua distribuição e, portanto, uma alocação inferior à ótima.

Em segundo lugar, a informação é uma mercadoria um tanto “intangível”, de difícil apropriação. Arrow considera que “com medidas legais adequadas, a informação pode se tornar uma mercadoria apropriável”. Mas alerta que “entretanto, nenhuma quantidade de proteção legal pode tornar inteiramente apropriável uma mercadoria composta de algo tão intangível como a informação”. Assim, “direitos de propriedade legalmente impostos podem determinar apenas uma barreira parcial” (p. 148).

Em terceiro lugar, a demanda pela informação possui o que Arrow denomina de “propriedades desconfortáveis”:

a) o uso da informação está sujeito a indivisibilidades;

b) “há um paradoxo fundamental”, pois seu valor para o comprador não é conhecido até que ele tenha a informação, mas aí ele a terá adquirido sem custo” (p. 148).⁸

Identificadas as características essenciais e especiais da mercadoria informação, Arrow passa a discutir os processos através dos quais ela é produzida: *a invenção e a pesquisa*. Invenção é o processo de produção de novas informações.

⁸ Essa característica da mercadoria informação cria uma enorme dificuldade para a lógica de inspiração neoclássica. A base das trocas, tradicionalmente, é estabelecida a partir da utilidade marginal que determinado produto tem para certo portador de uma renda monetária. Como a informação não é conhecida antes de o comprador adquiri-la, não é possível a predeterminação da utilidade marginal que ela teria. Aí está o desconforto: para saber seu valor, o comprador deve conhecer a informação, mas aí ele a terá adquirido com custo zero. O comprador já estará “saciado”, e nada desejará pagar. As conseqüências deste “paradoxo fundamental” sobre um modelo de equilíbrio geral que lide com a mercadoria informação não devem ser pequenas. Onde será que se equalizarão as taxas marginais de substituição de duas mercadorias cuja utilidade marginal é em um instante desconhecida e no outro nula?

Há uma ligação inescapável entre a invenção e o risco (ou incerteza), pois “o seu produto (a informação obtida) *nunca* pode ser perfeitamente previsto a partir de seus insumos” (p. 149).

Parece ser bastante “intuitivo” este conceito da invenção como “um processo em presença de risco”. Se fosse um processo “físico”, o resultado seria claro: X toneladas de minério de ferro + Y unidades de componentes complementares + processo industrial $W = Z$ placas de aço.

Este não é o caso de um processo de invenção: X cientistas + Y recursos + W de apoio etc. não resultarão necessariamente, ao fim de um tempo predeterminado, em uma descoberta Z .

Caracterizada a presença da incerteza (e do risco, portanto), Arrow afirma que “há uma certa tendência para uma discriminação contra o investimento nas atividades de invenção e pesquisa”.

Como toda atividade em presença de risco, tentar-se-á transferir o custo do risco. Uma hipótese é o seguro contra o fracasso do desenvolvimento de um novo processo ou produto. Neste caso, porém, volta à cena o “fator moral”, que enfraquecerá os incentivos para o sucesso do processo (p. 149).

Outra forma seria a grande empresa atuar como a sua própria companhia de seguros, desenvolvendo simultaneamente muitos projetos, “cada um pequeno em comparação com a renda líquida da corporação”. Uma solução limitada e imperfeita, avalia Arrow.

Mas ele não considera esse o problema mais grave: os maiores distúrbios na alocação proviriam “da natureza do produto”.

Há aqui um dilema crucial. Do ponto de vista do bem-estar a informação deveria estar gratuitamente à disposição da sociedade. Essa gratuidade asseguraria uma utilização ótima da informação. Porém, essa gratuidade “certamente, não estabeleceria qualquer incentivo para o investimento em pesquisa”.

Esse dilema é decisivo. Em um artigo-resenha sobre a economia da incerteza e da informação, Hirshleifer e Riley (1979:1.404) explicam que “o problema central considerado por modernos analistas (Arrow e Machlup) tem sido o conflito entre o objetivo social de alcançar o uso eficiente da informação uma vez produzida *versus* o objetivo de proporcionar uma motivação ideal para a produção de informação”.

Depois de identificar que o primeiro problema, no sistema da livre empresa, é que “a lucratividade da invenção requer uma alocação não ótima de recursos”, Arrow pergunta se é ótima a alocação de recursos para a invenção.

A resposta começa com o reconhecimento da dificuldade de o inventor apropriar-se da informação: para tanto, “as leis de patentes deveriam ser inimaginavelmente complexas” (Arrow, 1971:150).

O próprio processo de invenção acrescenta mais problemas, na medida em que há uma *interdependência nas atividades de invenção*: “informação não é apenas o produto de uma atividade inventiva, mas é também um insumo”. Informações prévias são necessárias para a criação de uma nova informação.⁹

⁹ Essa característica do processo de produção de conhecimentos é confirmada por um estudo de invenções, citado por Freeman (1992:180-1), onde se constatou a dificuldade de recuperar com uma certa precisão o roteiro exato das informações utilizadas em um conjunto de invenções estudadas: o circuito das informações constituídas nas invenções não foi retraçado.

Essa cadeia de inter-relações intensifica e amplia as dificuldades anteriormente identificadas.¹⁰ As dificuldades na apropriação de informação para uso na produção física de mercadorias são multiplicadas quando a informação deve ser usada como base para uma pesquisa posterior. Arrow aponta que “o valor da informação para uso no desenvolvimento posterior de novas informações é muito mais conjectural do que o valor de seu uso na produção e, por conseguinte, muito mais passível de subestimação. Conseqüentemente, se é atribuído um preço pela informação, a demanda é ainda mais passível de ser subótima”.

Deste raciocínio Arrow deduz que “é especialmente improvável que a *pesquisa básica*, cujo produto é apenas usado como um insumo informacional para outras atividades inventivas, seja recompensada” (p. 151). Nelson (1971) reforça essa conclusão, argumentando que os esforços da pesquisa básica devem gerar “substanciais economias externas”.¹¹ Além disso, as oportunidades de lucros privados não levam a que se destine para a ciência básica um montante que seja o “socialmente desejável”.

Arrow situa esses problemas no contexto de um fluxo amplo de informações. Se vários projetos estivessem sendo desenvolvidos simultaneamente, todos requereriam, para a tomada de decisões, um “fluxo irrestrito de informação que é incompatível com a completa descentralização de um sistema ideal de livre empresa”.

Uma nova questão é sugerida: “quando a produção de informação é importante, não é mais completamente aplicável o clássico argumento econômico no qual o *sistema de preços* substitui a difusão detalhada de informação” (p. 151-2).¹²

Concluindo esse raciocínio, “espera-se que o sistema de livre empresa *subinvista* em invenção e pesquisa (quando comparado com um ideal) porque ela é uma atividade em presença de risco, porque o produto só pode ser apropriado de forma limitada e porque há retornos crescentes em seu uso. Este subinvestimento será maior para pesquisas mais básicas” (p. 152). Este é um aspecto essencial da formulação de Arrow, do ponto de vista do presente texto: a causa do *subinvestimento* em pesquisa e invenção.

A conclusão geral do ensaio¹³ é um desdobramento lógico do raciocínio de Arrow: trata-se da discussão de “*formas alternativas de organização econômica para a invenção*”. Identificado o subinvestimento, algo deve ser feito para suprir essa falha e permitir que posições próximas do ótimo sejam alcançadas.

¹⁰ Arrow (1969) apresenta essa cadeia em termos de distribuições de probabilidade subjetiva.

¹¹ Nelson (1971:149-50), além de mostrar que o benefício social marginal com o produto da pesquisa básica é maior que o benefício privado marginal, aponta dois outros fatores que desestimulariam o investimento privado na pesquisa básica: a) o longo período que existe entre o seu início e o desenvolvimento de um produto comercial; b) uma firma avessa ao risco e sem recursos para promover o *risk-spreading*, valorizará um projeto de pesquisa “abaixo de sua lucratividade esperada e assim (...) abaixo de seu valor social” (1971:159). Esse artigo de Nelson faz parte das referências bibliográficas de Arrow (1971).

¹² Arrow (1974:23) discute, de forma mais ampla, limites do sistema de preços, indicando que, em termos de eficiência e de justiça distributiva, é necessário “algo mais do que o mercado”.

¹³ Antes de concluir o trabalho, Arrow escreve sobre “Competição, monopólio e incentivo para inovar”, a parte em geral mais comentada pela literatura. A conclusão é que a competição estimula mais a inovação do que o monopólio (1971:153-4). Mas a concorrência perfeita teria um problema adicional, pois “o inventor obtém o custo social total de invenções que são moderadamente custo-redutoras, mas não o obterá das invenções mais radicais”. Arrow deduz de seu modelo que neste caso haveria “uma tendência contra invenções radicais” (p. 156). A relação entre estrutura de mercado e inovação foi objeto de inúmeros debates e refinamentos (Williamson, 1975; para um *survey* do tema, ver Cohen & Levin, 1989).

Arrow, coerente com o raciocínio desenvolvido, deduz: “seria necessário que o governo ou alguma outra agência não dirigida por critérios de lucros-e-perdas financiasse a pesquisa e a invenção”.

Feita a dedução, Arrow (1971) vai se apoiar na realidade, lembrando que “de fato, naturalmente, isto tem acontecido em certa extensão. A maior parte da pesquisa básica tem sido realizada em universidades, no governo e por indivíduos autônomos, fora do sistema industrial” (p. 156).

Dado o peso dessas entidades — “não dirigidas por critérios de lucros-e-perdas” — em relação à pesquisa básica, mais uma questão se coloca: “deve-se reconhecer o peso dos *incentivos não-pecuniários* de parte de investigadores e de parte de indivíduos e governos que têm apoiado as organizações de pesquisa e as universidades” (p. 156). Nessa afirmação, Arrow questiona o modelo comportamental da teoria econômica neoclássica: numa economia onde a produção de informação é relevante, boa parte desta produção (invenção) é realizada fora da mera lógica utilitarista de maximização de ganhos monetários. Investigadores e seus financiadores atuam, em muitos aspectos, sob motivações diferentes das supostas pela lógica do auto-interesse restrito à maximização de ganhos pessoais.

Finalmente, Arrow considera que a firma não seria a unidade organizadora fundamental para a produção da invenção. Sugere, em seu lugar, contratos individuais e outras formas de organização, como institutos financiados por indústrias, governo e filantropia privada (p. 158).

4. Um balanço das contribuições de Arrow para a fundamentação teórica dos sistemas nacionais de inovação

Partindo dessa síntese, é possível relacionar as contribuições da formulação de Arrow à compreensão dos sistemas nacionais de inovação. Dois aspectos se destacam: o caráter especial da mercadoria informação e a alocação subótima de recursos para a invenção, definida pela livre operação das forças de mercado.

O caráter especial da mercadoria informação

A contribuição mais importante de Arrow está na sua definição das especificidades da mercadoria informação (a outra, como se verá, é deduzida desta definição). Talvez mereça mais atenção do que tem recebido na literatura sobre inovação.

Na medida em que um sistema nacional de inovação pode ser analisado como uma organização institucional para sustentar um fluxo de informações, é considerável o impacto do tratamento teórico da informação como uma mercadoria especial.

Foram apresentadas críticas à elaboração de Arrow sobre como a informação se torna uma mercadoria e por que esta mercadoria é especial (portanto, com características distintas das mercadorias “físicas”). Demsetz (1971), por exemplo, polemizou com essa visão. Onde se localiza a principal discordância de Demsetz? Ele considera Arrow “pessimista” quanto à apropriação da mercadoria informação. Esse pessimismo existiria porque Arrow teria uma tendência a “ver problemas especiais e únicos no estabelecimento de direitos de propriedade quanto à informação, quando tais problemas não são nem especiais nem únicos” (Demsetz, 1971:170).

A discordância de Demsetz, portanto, está na atribuição de um caráter especial à mercadoria informação. Os problemas e dilemas identificados por Arrow poderiam ser resolvidos por uma legislação penal mais rigorosa: “uma lista mais pesada de penalidades pode sempre ser usada para garantir a apropriabilidade do conhecimento” (Demsetz, 1971:171).

Com a vigência dessas condições, Demsetz aproxima a informação de outras mercadorias: “dado o aparato legal apropriado e a lista de penalidades, não deve ser mais difícil policiar os direitos de propriedade em muitos campos do conhecimento do que é prevenir o roubo de carros e de dinheiro” (p. 171). Perdendo o *status* de uma mercadoria especial, a informação não causaria tantos distúrbios. Demsetz não concorda com o essencial da formulação de Arrow, sendo forçado em sua argumentação a minimizar e subestimar os novos problemas apontados, acertadamente, por ele.

Uma forma de identificar a subestimação realizada por Demsetz, em relação aos problemas específicos da mercadoria informação, é observar o debate acadêmico acerca das patentes e dos direitos de propriedade intelectual: esse debate pode ser ilustrativo das dificuldades para construir-se um aparato legal que garanta a apropriação completa de novas informações.

Essa discussão inicia-se com uma questão básica: quem tem o direito à patente? É o primeiro a inventar ou o primeiro a registrar a novidade (*first-to-file versus first-to-invent*). No Japão, relata Ordover (1991:45), “a patente é garantida para quem a registra primeiro, e não para quem inventa primeiro, como nos EUA”. Mas, continua Ordover, “é bastante provável que os EUA adotem a regra de prioridade padrão ‘primeiro-a-registrar’ nas próximas rodadas de negociação internacional sobre direitos de propriedade intelectual”. Segundo este autor, tal alternativa de regra de prioridade “empurra os inovadores para o Escritório de Patentes mais cedo”. A conclusão geral do artigo é que o sistema americano de patentes “pode ter ido muito longe na proteção dos interesses do inventor” (p. 59). Levin (1986) esclarece que as patentes raramente conferem aos conhecimentos sob sua proteção uma “apropriabilidade perfeita”.

A extensa e crescente discussão sobre estes e muitos outros aspectos relacionados com as patentes não deixa de ser uma espécie de argumento a favor da hipótese do caráter singular da mercadoria informação. Afinal, se o debate se reduzisse a uma questão de eficácia jurídico-penal (como quer Demsetz), ele não seria tão complexo e vasto. Nelson e Wright (1992), por exemplo, comentando o período entre as duas guerras mundiais, mostram que “a abolição das patentes alemãs trouxe as empresas americanas para perto da paridade tecnológica com as alemãs em torno dos anos vinte” (p. 1.944). Como reduzir esse fato a uma questão “jurídico-penal”? Há discussões extensas, antigas e recentes, sobre qual seria o tempo ótimo de duração de uma patente, idealmente o tempo necessário para que o inventor recuperasse o investimento realizado para gerar o novo produto e auferisse um certo lucro. Scherer (1970, cap. 16), ao discutir a economia do sistema patentário, aponta dificuldades para calcular este tempo e demonstra que a duração tradicional das patentes (de 14 a 20 anos, dependendo do país) é, em muita derivada da tradição.¹⁴ Chou e Shy (1993) consideram que “em geral, é possível que a duração das patentes (não-Pareto-ótima) maximizadora do bem-estar possa ser mais do que um período de tempo e menos que o infinito”. Há discussões sobre tal período e os diferentes regimes de patentes (*The Journal of Economic Perspectives*, 1991). A conclusão de uma pesquisa sobre o tema chega quase a questionar a própria patente: “não que se

¹⁴ Scherer (1970:395) se refere a dados históricos e relata que a legislação inglesa adotou o período de 14 anos porque, originalmente, correspondia ao tempo de treinamento de dois aprendizes.

queira concluir que o princípio da proteção a patentes não seja justificável, mas apenas que os argumentos a favor e contra são muito mais complexos do que previamente imaginados” (Hirshleifer & Riley, 1979:1.405-6).

Essa rápida menção ao estado do debate sobre as patentes pode demonstrar que Demsetz, nessa discussão, não leva em consideração uma boa parte dos problemas reais envolvidos. Portanto, a posição de Arrow reúne vários argumentos a seu favor.¹⁵

O caráter da informação é comentado por Dosi (1988:1.130), enfatizando a visão de Arrow de que a informação, como um conhecimento tecnológico, é um bem público, livremente disponível. A questão é mais complexa na elaboração de Arrow. Se ele tomasse a informação apenas como um bem público livremente disponível, não poderia considerá-la uma mercadoria.¹⁶ A constatação de que a informação é uma mercadoria estimula-o a perquirir suas características específicas. A forma como Dosi aborda o tema deixa de enfatizar o que está aqui sendo considerado essencial: além de ser mercadoria, a informação é uma mercadoria especial (intangível, fugidia e com graves problemas de apropriação).

Uma importante contribuição de Dosi a esta discussão é destacar as especificidades da tecnologia, o que a diferencia da informação em geral. Essa diferenciação implica o reconhecimento do caráter ambíguo da informação especificamente tecnológica, dado o seu aspecto simultaneamente privado (apropriado por firmas, indivíduos ou outras instituições, contendo elementos tácitos e idiossincráticos) e público (disponibilidade de informações em entidades públicas).

Essa precisão conceitual da diferença entre tecnologia e informação em geral não é contraditória com o reconhecimento de que a tecnologia é um subconjunto da categoria mais geral “informação”, que, tendo suas especificidades, não deixa de apresentar as características gerais da informação, como discutido por Arrow. Um estudo de Mansfield (1985), sobre a rapidez com que uma firma industrial inovadora teria um novo produto ou processo conhecido por firmas rivais, confirma que mesmo a informação especificamente tecnológica não é completamente apropriada pela firma que a desenvolveu. Na amostra aleatória de mil empresas que pesquisou, Mansfield encontrou um tempo médio de 12 a 18 meses para que a inovação fosse conhecida por ao menos um rival. Ou seja, mesmo o aspecto especificamente tecnológico-industrial do conhecimento termina “vazando” e se tornando público, corroborando a hipótese de que a tecnologia é um subconjunto específico da informação, e guarda, apesar de diferenças, características aqui discutidas como especiais da mercadoria informação.

É verdade que a informação não é gratuita. Para ter acesso às redes de fluxos de informação “disponíveis”, as firmas devem incorrer em gastos que as capacitem a compreender o conhecimento já tornado público. A assimilação de tecnologias geradas “externamente” é custosa, pois pressupõe um mínimo de gastos em P&D para que a firma desenvolva uma “capacidade de absorção” básica, que é produto de uma acumulação de conhecimento prévio (Cohen & Levinthal, 1989:571). Uma forma interessante de colocar essa mesma questão é proposta por Mowery e Rosenberg (1989:13): pesquisa básica pode ser considerada como um “ticket de entrada” para uma rede de informação.

¹⁵ A menção a esse debate também se justifica por uma outra razão. O autor do cap. 18 do livro *Technical change and economic theory* (Dosi et alii, 1988:395), Pelikan, apóia-se na formulação do texto de Demsetz.

¹⁶ Arrow (1994) descreve a informação (tratada como conhecimento tecnológico e como conhecimento social) como possuindo características tanto públicas quanto privadas, afirmação que contribui para o argumento aqui apresentado.

Assim, parece ser plenamente justificável reconhecer o caráter especial da mercadoria informação (o que é explicitamente reconhecido por Mowery e Rosenberg, 1989). A constatação de que há custos para o acesso à informação e à tecnologia disponíveis não contesta esse caráter especial. Os gastos são realizados também de forma bastante específica: uma parcela considerável é investida para criar capacidade de assimilação, com os agentes, em certa medida, pagando para que desenvolvam uma capacitação para compreender o que está livremente disponível. Para se adquirir uma informação (mesmo publicamente disponível), gastos muito especiais são necessários: esta especificidade dos gastos, nitidamente distintos do necessário para a aquisição de mercadorias “físicas”, é um argumento a mais a favor do caráter especial da mercadoria informação.

A abordagem “arrowiana”, por exemplo, contribui para a compreensão de mudanças na política dos EUA (na condição de país que realiza os investimentos mais elevados em pesquisa básica no mundo), visando conter a difusão dos conhecimentos lá gerados para países competidores como o Japão. Não considerando suficiente um maior endurecimento da legislação de direitos de propriedade intelectual, agências governamentais norte-americanas têm começado a proibir a participação de empresas estrangeiras em projetos de pesquisa financiados pelo setor público (Mowery & Rosenberg, 1989:287).

Nelson (1992) apresenta algumas reflexões que reforçam a posição de Arrow desde outro ângulo. Analisando a recente pressão por direitos de propriedade intelectual mais rígidos nos EUA, questiona se a discussão está colocada de forma correta. Partindo da visão do duplo caráter da tecnologia como um bem simultaneamente privado (comercial) e público (na linha dos argumentos apresentados por Dosi), conjectura que a manutenção de informações científico-tecnológicas como públicas é uma necessidade para a preservação do dinamismo tecnológico de um país. Uma privatização do que não deve deixar de ser público no conhecimento tecnológico pode afetar a eficácia do sistema nacional de inovação norte-americano. Nelson alerta para um possível comprometimento das universidades como uma importante fonte pública de novos conhecimentos tecnológicos, e como o veículo mais efetivo para que esses conhecimentos se tornem públicos (Nelson, 1992:70).

Essas considerações de Nelson fortalecem a visão de Arrow pelo ângulo da necessidade de que, nos fluxos de informações que compõem o funcionamento dinâmico de um sistema de inovações, um setor público tenha um papel único e insubstituível.

Os argumentos apresentados neste tópico sustentam a posição básica de Arrow quanto ao caráter da mercadoria informação e, simultaneamente, consideram que ela pode e deve ser enriquecida. Enriquecer a fértil contribuição de Arrow fornece à construção teórica dos sistemas nacionais de inovação um quadro que capta os distúrbios e problemas criados pela mercadoria básica (a informação) desse sistema.

Esse caráter, a propósito, está na base da identificação do problema de eficiência do mercado na alocação de recursos para a invenção e a pesquisa.

O mercado e a alocação subótima de recursos para a pesquisa e a invenção

A dedução de Arrow sobre uma situação subótima na alocação de recursos para a invenção e a pesquisa, quando apenas as forças de mercado operam, tem por corolário o papel das entidades não-guiadas por critérios de lucros e perdas, para que sejam investidos os recursos necessários à pesquisa e à invenção.

No artigo crítico de Demsetz (1971), o questionamento dessa conclusão de Arrow (que Demsetz identifica como um *nirvana-approach*) é realizado a partir da discussão do ponto anterior: se a mercadoria informação é destituída de atributos especiais (e problemáticos), ela não introduz maiores problemas à dinâmica econômica, mesmo em situações onde ela vai ganhando maior peso e centralidade. Como mencionado, Demsetz tende a reduzir essa questão a um problema jurídico-penal.

Numa outra linha, Dasgupta e Stiglitz (1980) também vão polemizar com Arrow. Comentam que é uma suposição geral o “subinvestimento” em P&D, tanto sob monopólio quanto sob concorrência perfeita. Esta suposição baseia-se “parcialmente no fato de que o conhecimento — o produto da P&D — tem atributos de um bem público; mas parcialmente também no argumento devido a Arrow, que se apóia apenas na comparação entre magnitudes dos resultados obtidos pela firma bem-sucedida sob estruturas de mercado alternativas” (p. 267). A preocupação central de Dasgupta & Stiglitz (1980) não se localiza na caracterização parcial do conhecimento como bem público, mas concentra-se na discussão da relação entre estrutura de mercado, volume de gastos em P&D e velocidade da pesquisa. Segundo esses autores, Arrow não supõe que haja competição na atividade de P&D. Introduzindo a competição também na esfera da pesquisa e invenção, chegam a encontrar uma situação (inovações redutoras de custo, economia de mercado, com livre entrada) onde “deve haver uma duplicação excessiva do esforço de pesquisa numa economia de mercado, no sentido que o gasto global da indústria com P&D excede o ótimo social”. Identificam, portanto, um certo grau de desperdício social (p. 289).

Esta colocação de Dasgupta e Stiglitz pode ser absorvida pelo corpo da formulação de Arrow, na medida em que está supondo uma situação, bastante realista, onde existe concorrência na atividade de P&D. Essa situação (e a conclusão a que os autores chegam em sua análise) contribui para a avaliação do impacto alocativo causado pela mercadoria informação: eles constataram um elemento de ineficiência alocativa desta situação de mercado, implicando desperdício social, agora pelo lado da duplicação de recursos gastos.

O fundamental dos argumentos de Arrow se sustenta nessas discussões.

Saindo do campo teórico, os dados empíricos e as análises históricas constataam a presença marcante dos recursos públicos nas atividades de P&D, importância que cresce à medida que as pesquisas vão se tornando mais básicas.¹⁷

Esse ponto da formulação de Arrow talvez seja o que possibilite implicações mais diretas sobre o papel de um sistema nacional de inovação: esses sistemas seriam arranjos institucionais para garantir que níveis mais próximos do ótimo sejam alcançados em termos de alocação de recursos para a invenção. Dinheiro público e agências governamentais são indispensáveis para tanto. Nelson (1988) considera que as instituições do sistema nacional de inovação norte-americano podem não alcançar aquele nível ótimo, mas ao menos garantem um nível “tolerável” de alocação de recursos.

A conclusão de Arrow sobre a alocação subótima de recursos para a invenção, mesmo partindo de um outro referencial teórico, é importante para a construção evolucionária por duas razões.

¹⁷ Um painel sobre as diferentes articulações entre o setor público e o privado nos diversos sistemas nacionais de inovação encontra-se no livro editado por Nelson (1993). Comparando-se os sistemas norte-americano e japonês, por exemplo, nota-se que são maiores nos EUA tanto o peso do setor público quanto a parcela considerada básica das pesquisas.

Em primeiro lugar, ela é historicamente anterior ao desenvolvimento e sistematização da abordagem neo-schumpeteriana. Por ter demonstrado uma limitação decisiva do esquema do equilíbrio geral, contribuiu para que surgissem estudos e desenvolvimentos de alternativas.¹⁸

Em segundo lugar, uma justificativa microeconômica para a atuação de entidades sem fins lucrativos nas atividades de pesquisa e invenção estava construída desde o início da década de 60, segundo o ponto de vista neoclássico. Estava demonstrado como um arranjo institucional era necessário para que a economia gerasse os recursos necessários à dinâmica inovadora. Apesar de formulada no interior da abordagem neoclássica, essa construção teórica demandou posteriormente um desenvolvimento maior, dando uma contribuição particular para a superação do enfoque neoclássico, superação que está na base da formulação evolucionária.

5. Conclusão

Duas são as conclusões deste artigo.

A primeira resume o que se considera a contribuição específica de Arrow à discussão atual dos sistemas nacionais de inovação. Como discutido ao longo deste texto, a principal contribuição estaria na formulação de Arrow sobre a mercadoria informação, suas especificidades e seu caráter singular e problemático. Dado que os sistemas de inovação são arranjos para gerar e sustentar fluxos de informação, é bastante fértil o aprofundamento teórico no sentido de compreender a mercadoria básica desse sistema. As conclusões de Arrow, nos temas aqui analisados, não estão em contradição com os fundamentos teóricos da abordagem evolucionária, e os temas de pesquisa que sua elaboração propõe podem ser perfeitamente integrados nesta construção teórica — enriquecendo-a, aliás.

A segunda conclusão, mais relacionada ao campo da metodologia, trata de algumas conjecturas sobre por que é possível este diálogo entre formulações de abordagens que se fundamentam teoricamente em posições tão diversas. Do ponto de vista de Arrow, a escolha do tema “informação” como objeto de sua investigação é importante, dada a sua relevância crescente para a dinâmica econômica moderna. Há, ainda, uma postura intelectual que expõe de forma aguda algumas limitações do quadro teórico no interior do qual ele próprio elabora. Do ponto de vista evolucionário, o fato dessa corrente ter nascido de uma síntese de contribuições distintas e diversificadas a auxilia a ser flexível teoricamente, para absorver elaborações relevantes de outras abordagens. Em comum entre Arrow e os neo-schumpeterianos está o reconhecimento de questões tais como: a informação como um produto do conhecimento social; o papel da interdisciplinaridade para a discussão de temas relacionados com a inovação tecnológica e o papel da história na definição do caráter das mudanças técnicas (Arrow, 1969 e 1994; Nelson, 1993).

Para um balanço geral da contribuição de Arrow à fundamentação teórica dos sistemas nacionais de inovação, é importante, ainda, considerar o impacto de sua análise das limitações do mecanismo de mercado em uma economia onde são relevantes a informação e a produção de invenções. Seus comentários críticos estimularam a investigação sobre as razões dos problemas do mercado na alocação de recursos para a invenção e a pesquisa. Arrow, as-

¹⁸ As origens da corrente neo-schumpeteriana estão tanto na Europa (Freeman, Dosi) quanto nos EUA (Nelson, Rosenberg). A influência de Arrow no cenário acadêmico norte-americano não pode ser subestimada.

sim, contribuiu decisivamente para que um problema teórico importante adquirisse um *status* mais elevado como objeto de investigação empírica e de elaboração intelectual.

Referências bibliográficas

Arrow, K. Classificatory notes on the production and transmission of technological knowledge. *American Economic Review*, 59(2), May 1969.

———. Economic welfare and the allocation of resources for invention. In: Lamberton, D. (ed.). *Economics of information and knowledge*. Harmondsworth, Penguin Books, 1971.

———. *The limits of organization*. New York, W. W. Norton, 1974.

———. Methodological individualism and social knowledge. *American Economic Review*, 84(2), May 1994.

Chesnais, F. *La mondialisation du capital*. Paris, Syros, 1994.

Chou, C. F. & Shy, O. The crowding-out effects of long duration of patents. *The Rand Journal of Economics*, 24(2), Summer 1993.

Clark, N. & Juma, C. *Long run economics*. London, Pinter, 1987.

Cohen, W. M. & Levin, R. C. Empirical studies of innovation and market structure. In: Schmalensee, R. & Willig, R. D. (eds.). *Handbook of industrial organization*. Elsevier Science, 1989.

——— & Levinthal, D. A. Innovation and learning: the two faces of R&D. *The Economic Journal*, 99(397), Sept. 1989.

Dasgupta, P. & Stiglitz, J. Industrial structure and the nature of innovative activity. *The Economic Journal*, 90(358), June 1980.

Demsetz, H. Information and efficiency: another viewpoint. In: Lamberton, D. (ed.). *Economics of information and knowledge*. Harmondsworth, Penguin Books, 1971.

Dosi, G. Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 27, Sept. 1988.

———. Technological paradigms and technological trajectories: the determinants and directions of technological change and the transformation of the economy. In: Freeman, C. *Long waves in the world economy*. London, Frances Pinter, 1984.

———; Freeman, C.; Nelson, R. & Soete, L. (eds.). *Technical change and economic theory*. London, Pinter, 1988.

Freeman, C. *The economics of industrial innovation*. London, Frances Pinter, 1982.

———. *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. London, Pinter, 1987.

———. Japan, a new system of innovation. In: Dosi, G. et alii (eds.). *Technical change and economic theory*. London, Pinter, 1988.

———. Formal scientific and technical institutions in the national system of innovation. In: Lundvall, B.-E. (ed.). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London, Pinter, 1992.

Granstrand, O.; Hakanson, L. & Sjölander, S. Internationalization of R&D — a survey of some recent research. *Research Policy*, 22 (5-6):513-30, Nov. 1993.

Hirshleifer, J. & Riley, J. G. The analytics of uncertainty and information: an expository survey. *Journal of Economic Literature*. Nashville, 17(4):1.375-421, Dec. 1979.

- The Journal of Economic Perspectives*. Nashville, American Economic Association, 5(1), Winter 1991.
- Landes, D. *The unbound Prometheus: technological change and the industrial development in Western Europe from 1750 to the present*. Cambridge, Cambridge University Press, 1969.
- Layard, P. R. G. & Walters, A. A. *Microeconomics theory*. New York, McGraw-Hill, 1978.
- Levin, R. A new look at the patent system. *American Economic Review*, 76(2), 1986.
- Lundvall, B.-E. (ed.). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London, Pinter, 1992.
- Mansfield, E. How rapidly does new industrial technology leak out? *The Journal of Industrial Economics*, 34(2), Dec. 1985.
- Mowery, D. & Rosenberg, N. *Technology and the pursuit of economic growth*. Cambridge, Cambridge University Press, 1989.
- Nelson, R. The simple economics of basic research. In: Rosenberg, N. (ed.). *The economics of technological change*. Harmondsworth, Penguin Books, 1971.
- . Institutions supporting technical change in the United States. In: Dosi, G. et alii (eds.). *Technical change and economic theory*. London, Pinter, 1988.
- . What is "commercial" and what is "public" about technology, and what should be? In: Rosenberg, N. et alii (eds.). *Technology and the wealth of nations*. Stanford, Stanford University Press, 1992.
- (ed.). *National innovation systems: a comparative analysis*. New York; Oxford, Oxford University Press, 1993.
- & Rosenberg, N. Technical innovation and national systems. In: Nelson, R. (ed.). *National innovation systems: a comparative analysis*. New York; Oxford, Oxford University Press, 1993.
- & Winter, S. In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, 6(5), 1977.
- . *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, Mass.; London, The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- & Wright, G. The rise and fall of American technological leadership: the postwar era in historical perspective. *Journal of Economic Literature*, 30, Dec. 1992.
- Ordovery, J. A. A patent system for both diffusion and exclusion. *Journal of Economic Perspectives*, 5(1), Winter 1991.
- Patel, P. & Pavitt, K. National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. *Economics of Innovation and New Technology*. Basel, 3(1):77-95, 1994.
- Pavitt, K. Sectoral patterns of technical change. *Research Policy* (13), 1984.
- Rosenberg, N. *Perspectives on technology*. Cambridge, Cambridge University Press, 1976.
- Scherer, F. *Industrial market structure and economic performance*. Chicago, Rand McNally, 1970.
- Schotter, A. *Free market economics: a critical appraisal*. London; Cambridge, Basil Blackwell, 1990.
- Schumpeter, J. *Teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo, Nova Cultural, 1985.
- Williamson, O. *Markets and hierarchies: analysis and antitrust implications*. New York, The Free Press, 1975.