

Progresso  
técnico  
e economia

ANA CÉLIA CASTRO  
FERNANDO J. CARDIM DE CARVALHO

Avicenis

# EXTRA

**ANA CÉLIA CASTRO e  
FERNANDO J. CARDIM  
DE CARVALHO** são  
professores titulares da  
Universidade Federal do  
Rio de Janeiro.

<sup>1</sup> Cf. Adam Smith, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, New York, The Modern Library, 1994, book 1.

A ciência econômica moderna nasceu da reflexão sobre as causas da riqueza das nações. Em sua obra fundadora, publicada em 1776, Adam Smith já explicava o progresso econômico pelas possibilidades de aumento de produtividade que a ampliação de mercados abria ao permitir a especialização e simplificação das funções produtivas. Essa especialização, por sua vez, permitiria a melhoria da eficiência produtiva não apenas de forma direta, através do aprendizado pela experiência do trabalhador, mas também indiretamente, já que a simplificação de tarefas era o primeiro passo na direção da mecanização da função, substituindo a mão do trabalhador pela máquina<sup>1</sup>.

O progresso técnico e o aumento da produtividade foram, na verdade, um tema central das primeiras décadas de desenvolvimento do que era então chamado de economia política – o estudo da organização da provisão de bens na pólis – de Smith a Mill, passando por Ricardo, Marx, dentre tantos outros. Filha da Revolução Industrial, a economia política se propunha a interpretar não apenas as formas pelas quais a humanidade organizava a atividade produtiva, mas também os impactos dessa atividade sobre a vida social em sentido mais amplo.

O tema central da economia política era o conceito de excedente. Superados os estágios mais primitivos de evolução social, as comunidades eram capazes

de produzir bens e serviços em quantidade superior ao necessário para sua simples reprodução. O que fazer com o excedente de produção potencial ou efetivo era a mais importante decisão a ser tomada pelas sociedades. O problema envolvia dois aspectos intimamente relacionados: o produtivo se referia às possibilidades de efetivamente explorar as oportunidades que o progresso técnico (inclusive em termos da capacidade humana) oferecia; o segundo dizia respeito à apropriação e utilização do excedente efetivamente gerado.

A economia nasceu com a hipótese de que mercados poderiam dar a melhor resposta, do ponto de vista da sociedade como um todo, a ambas as questões, pelo menos se comparada a outras formas de organização da atividade produtiva conhecidas. A nascente economia capitalista liberava o processo produtivo de obrigações extra-econômicas: a produção seria realizada até o ponto em que se mantivesse lucrativa para os proprietários dos instrumentos de produção<sup>2</sup>. A apropriação do excedente seria feita essencialmente por esses mesmos proprietários, sob o compromisso tácito de que parte significativa dele seria destinada à acumulação de capital e à ampliação, portanto, da riqueza social. Como Keynes observou ao fim na Primeira Grande Guerra Mundial, a sociedade aceitava a existência de privilégios na apropriação dos resultados do processo produtivo porque os beneficiários aceitavam a obrigação de investi-los na ampliação das possibilidades de produção dessa mesma sociedade<sup>3</sup>.

A noção de que o progresso técnico era central na compatibilização ou no acirramento das demandas contraditórias dos diversos grupos sociais que povoam uma sociedade moderna foi largamente abandonada ao final do século XIX com a emergência do chamado paradigma neoclássico. Este último, filho da depressão inglesa do final do século XIX, substituiu a preocupação com as grandes leis de mudança social pelo foco nas mudanças *na margem*, nas adaptações de comportamento induzidas por pequenas mudanças no contexto em que se opera. Perdeu-se a perspectiva histórica

que justificava a noção de progresso, e o conceito central da economia (já não mais chamada de economia política) passou a ser o de *escassez*.

O interesse no conceito de escassez não levou ao estudo de como superá-la, como poderia parecer, mas, sim, ao de como se adaptar a ela. O objeto da economia passou a ser a ação do indivíduo que tenta exatamente extrair o melhor resultado da limitada coleção de recursos à sua disposição. O progresso técnico, o aumento persistente da produtividade, o crescimento da riqueza das nações permitido pelo dramático alargamento dos mercados, todos esses temas tornaram-se largamente obsoletos. O melhor uso do capital existente era um tema relevante. Como transformar esse capital, não.

Um autor solitário manteve o interesse no “velho” tema do progresso técnico: Schumpeter. De formação estritamente convencional e de espírito profundamente conservador, o economista austríaco Joseph Schumpeter recuperou idéias clássicas de desenvolvimento, mudanças descontínuas, e progresso técnico. Na verdade, mais do que isso, Schumpeter propôs que a introdução de inovações no processo produtivo de economias capitalistas modernas era a função específica de um ator até então desconhecido nas formas anteriores de organização de produção, o empresário. Como o economista inglês John Maynard Keynes, Schumpeter observou que o empresário capitalista moderno é caracterizado por uma disposição especial a enfrentar incertezas<sup>4</sup>. Além desta disposição, ambos os autores ressaltam que é preciso que haja também acesso a meios financeiros a termos adequados.

Na verdade, apesar das muitas disputas que separaram os dois grandes economistas, suas visões eram largamente complementares: Schumpeter explorou de forma mais profunda a motivação empresarial, especialmente no que se refere à inovação e à mudança técnica, enquanto Keynes foi muito mais além do que Schumpeter na exploração dos requisitos financeiros para que a ação empresarial pudesse ser concretizada.

2 Ver a respeito uma interessante, mas praticamente desconhecida, pequena obra de juventude de Marx: “On the Jewish Question”, in K. Marx, *Early Writings*, Harmondsworth, Penguin Books, 1975.

3 Cf. J. M. Keynes, *The Economic Consequences of Peace*, Londres, MacMillan, 1920, cap. 2.

4 Keynes se referia a um “*animal spirits*”, uma urgência à ação independente do cálculo frio de vantagens; Schumpeter falava do espírito empresarial, da disposição de introduzir inovações. Em ambos os casos, o cenário fundamental é a incerteza que cerca qualquer decisão de investimento em uma economia capitalista.

O empresário inovador seria o agente, por excelência, da introdução de novas combinações – de produtos, de processos, de mercados, de novas fontes de provisão de matérias-primas e de novas formas de organização da produção – em síntese, do que Schumpeter denominou de “destruição criadora”, cujo caráter perturbador explicaria o progresso do capitalismo. Na obra *Capitalismo, Socialismo e Democracia*<sup>5</sup>, Schumpeter substituiria o empresário individualizado pela inovação institucionalizada em grandes laboratórios produtores de soluções novas. Em ambos os casos os requisitos financeiros e o papel do crédito não se alteram, continuando a ser mola-mestra da engrenagem inovadora.

A reintrodução do tema do progresso técnico, no entanto, no pensamento econômico tem sido muito mais difícil do que se poderia supor, tendo em vista a percepção mesmo intuitiva que se tem da sua importância na vida moderna. A análise econômica desenvolvida no paradigma neoclássico, na verdade, sempre encontrou dificuldades no tratamento do *capital*, e dificuldades ainda maiores no tratamento da *tecnologia*. A ambição do paradigma era analisar escolhas econômicas em um contexto em que as condições de produção seriam descritas exaustivamente pela disponibilidade de “fatores de produção”, trabalho, capital e matérias-primas. Construída em uma perspectiva essencialmente estática, essa corrente de análise esbarrou, inicialmente, no problema de que capital não é realmente alguma coisa, mas um *agregado* de coisas, cujo potencial produtivo varia, naturalmente, com sua composição. Praticantes desse paradigma em geral tomavam (e ainda tomam) o *valor* do capital como sendo uma indicação de sua quantidade, mas não é preciso mais que um instante de reflexão para se perceber que um dado valor representado por uma coleção de enxadas não tem o mesmo potencial produtivo que esse mesmo valor representado por um computador, por exemplo. Por outro lado, por mais deficiente que seja como medida, o valor é a única característica comum aos diversos instrumentos de produção que

permite agregá-los em um indicador. As diversas dimensões desse problema, e sua insolubilidade fundamental, foram exploradas exaustivamente em um debate nos anos 60 que ficou conhecido como a *controvérsia de Cambridge*<sup>6</sup>.

Se capital já é um conceito de definição complexa, progresso técnico é de incorporação ainda mais difícil. Sua medida mais óbvia seria feita através de seu resultado sobre a eficiência dos fatores: para uma mesma quantidade de fatores (mesmo assumindo que se pudesse concretizar a miragem representada pelo *capital*), métodos de produção mais avançados tecnologicamente deveriam permitir obter um produto final maior. A questão, no entanto, permanece: como medir o efeito do progresso técnico independente de variações no volume de capital e de trabalho? A heterogeneidade do capital, que já era um problema na simples agregação de bens diferentes, torna-se um pesadelo se ainda por cima se tenta absorver também a dimensão adicional representada pela mudança técnica. De certa forma, o mesmo problema se repete também na consideração do fator trabalho: como diferenciar adequadamente, por exemplo, grupos de trabalhadores cuja experiência individual tenha levado à acumulação de níveis diferentes de habilidades (pela ação, por exemplo, do *learning by doing*)?

Para Schumpeter o problema teria sido “resolvido” de forma mais radical: a introdução de inovações não se expressaria num deslocamento para curvas situadas em níveis mais elevados, digamos, de uma mesma função de produção, mas, sim, na mudança da função de produção como um todo, ou na introdução de uma nova função de produção<sup>7</sup>.

A individualização do progresso técnico como um fator de produção tem sido obtida, na tradição neoclássica, por resíduo. Busca-se “decompor” aumentos do produto que sejam atribuíveis ao crescimento das quantidades utilizadas de trabalho e de capital, de modo a estimar, como resíduo, a parcela “não explicada” da taxa de crescimento, atribuída então, por *default*, à melhoria dos métodos técnicos de produção

5 J. Schumpeter, *Capitalism, Socialism and Democracy*, Londres, George Allen and Unwin Ltd., 1976.

6 Cf G. C. Harcourt, *Some Cambridge Controversies in the Theory of Capital*, Cambridge, Cambridge University Press, 1972.

7 Entretanto, deve-se deixar claro que Schumpeter não se refere, em sua obra, ao conceito de função de produção. A função de produção é um conceito que foi introduzido pelo economista marginalista John Bates Clark (1847-1935), que, na realidade, o atribui a Philip Wicksteed. Essa função deveria descrever uma relação de natureza puramente técnica entre insumos e produtos. Como expresso por Paul Samuelson (*The Production Function*, Collected Scientific Papers, 1972, p. 174): “Until the laws of thermodynamics are repealed, I shall continue to relate outputs to inputs – i.e. to believe in production functions”.

de qualquer natureza. Naturalmente, além das limitações do tratamento de uma variável dessa importância como resíduo (para cuja determinação certamente contribuem muitos outros fatores), resta sempre a necessidade de “suspensão do ceticismo” para que se possa considerar que uma medida do capital agregado possa realmente significar alguma coisa.

O tratamento do progresso tecnológico como resíduo na tradição neoclássica se inicia com um artigo seminal de Solow<sup>8</sup>. No seu trabalho, Solow afirma que o progresso técnico é a principal fonte de crescimento, atribuindo papel relativamente secundário ao crescimento do volume de fatores. Mas, como resíduo, a tecnologia é exógena. A ironia é inescapável: o principal fator a explicar o crescimento econômico é, ele próprio, inexplicável. Os defensores dessa abordagem consideraram-na um expediente temporário, um artifício a ser utilizado enquanto a pesquisa sobre os determinantes do próprio progresso técnico prosseguisse. Isso tem sido tentado, mais recentemente, nos modelos macroeconômicos de progresso técnico endógeno, mas o seu sucesso ainda está por ser estabelecido de forma mais sólida.

Ainda na tradição neoclássica, o progresso técnico é discutido mais proficuamente ao nível das empresas. Dessa forma, grande parte da teoria, nos anos 1960 e 1970, influenciada basicamente por Hicks, e mais tarde por Hayami e Ruttan<sup>9</sup>, tratou o progresso técnico como induzido por mudanças no preço dos fatores, descrevendo assim uma fronteira de possibilidades tecnológicas, que explicaria basicamente a sua direção.

Entretanto, e de maneira muito convincente, Nathan Rosenberg<sup>10</sup> argumentou que a direção do progresso técnico seria muito mais influenciada por problemas enfrentados no processo de introdução das inovações – o que denominou de “*focusing devices*” – do que por mudanças induzidas pelo encarecimento relativo dos fatores de produção. Esse processo levaria à ocorrência de “seqüências compulsivas”, que permitiriam descrever “trajetórias tecnológicas” específicas, reforçadas por convergências

no processo de obtenção de inovações.

Uma ilustração desse processo pode ser encontrada na pesquisa e introdução de sementes híbridas, que constituíram o núcleo da chamada Revolução Verde na agricultura, hoje contestada por paradigmas que enfatizam o desenvolvimento sustentável. A introdução de híbridos teve, repetidas vezes, de enfrentar questões ecológicas, como a ocorrência de contaminação por microorganismos que dizimavam os estoques de material genético, essenciais para a multiplicação das sementes. Outras combinações de linhagens mais resistentes seriam obtidas, reforçando a trajetória tecnológica dos híbridos, protegidos por segredos tecnológicos conhecidos apenas por melhoristas e geneticistas. A obtenção de híbridos de uma espécie, por exemplo, de milho levaria à obtenção, por processos de convergência tecnológica, de outros híbridos vegetais, como os de hortaliças, pastagens e sorgo, e mesmo os híbridos animais, como suínos e aves.

Esse paradigma tecnológico, ou melhor, essa trajetória, compete hoje com outras seqüências compulsivas e trajetórias tecnológicas derivadas da engenharia genética, notadamente as sementes transgênicas, protegidas por patentes, e não mais por segredos tecnológicos. A discussão sobre sua maior ou menor difusão – e sua aceitação, ou não, por consumidores – ultrapassa em muito o escopo deste trabalho.

A literatura de inspiração schumpeteriana, aqui ilustrada, iria florescer no que Giovanni Dosi denominou recentemente de Stanford-Yale-Sussex Síntese (SYS), a partir da contribuição de autores como o próprio Dosi (1982, 1988, 2004), Nelson e Winter (1982), Freeman (1982, 1994), Pavitt (1987, 1999), para citar os mais importantes. Essas contribuições não apenas enfatizaram o caráter específico e setorial do progresso técnico, mas também apontaram para a importância dos Sistemas Nacionais de Inovação e das políticas tecnológicas indutoras do progresso econômico<sup>11</sup>. Essa dimensão institucional, e política, do progresso técnico estabeleceu uma nova agenda de pesquisas, ao mesmo tempo teórica

8 R. M. Solow, “Some Recent Developments in the Theory of Production,” in M. Brown (ed.), *The Theory and Empirical Analysis of Production*, National Bureau of Economic Research, 1967.

9 J. R. Hicks, *Theory of Wages*, Macmillan, 1932; Y. Hayami & V. M. Ruttan, “Factory Prices and Technical Change in Agricultural Development: the U.S. and Japan, 188, 1960”, in *Journal of Political Economy*, September, 1970.

10 N. Rosenberg, *Perspectives on Technology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1976; *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press, 1982.

11 G. Dosi; P. Llerena & M. Sylos Labini, *Science-Technology-Industry Links and the “European Paradox”: Some Notes on the Dynamics of Scientific and Technological Research in Europe*, Pisa, I'EEM – Sant’Anna School of Advanced Studies, February, 2005.

# EXE

## CIÊNCIAS

e aplicada, com ênfase em comparações intersetoriais e internacionais.

Dessa forma, estudos sobre a natureza e o impacto do progresso técnico e suas perspectivas para o futuro foram muito mais férteis no âmbito setorial – em que medidas mais adequadas, seja do estoque de capital, seja das dimensões relevantes da tecnologia, podem ser identificadas – do que no âmbito macroeconômico, em que o apelo a noções agregadas de capital é inevitável. A variedade de formas, veículos, métodos de introdução e impactos sobre a produção e sobre outras variáveis sociais e econômicas só pode ser incorporada adequadamente através do estudo de manifestações mais concretas do fenômeno. Conceitos analíticos mais gerais, especialmente aqueles baseados na obra seminal de Schumpeter, podem dar um quadro de referência adequado para a identificação do problema, mas sua exploração exige a incorporação de dimensões específicas a setores de atividade. O próprio Schumpeter mostrou isso em sua obra monumental *Business Cycles*, em que uma apresentação relativamente sumária das idéias teóricas centrais do autor é seguida por uma detalhada discussão de exemplos específicos de inovação e de seus impactos. Na realidade, os ciclos econômicos de longa duração, especialmente as fases de prosperidade e de depressão, teriam sua explicação, em última instância, na introdução de grandes inovações, que redefiniriam e reordenariam o próprio aparelho produtivo.

O ponto central, de qualquer modo, é o de que, em uma economia empresarial, o progresso técnico é mais um instrumento que as empresas têm para aumentar seus lucros, ou seja, o progresso técnico é um elemento fundamental da vantagem competitiva, ou do melhor posicionamento da empresa no horizonte (*landscape*) da competição setorial. Sua introdução no processo produtivo dependerá, portanto, dos incentivos que sejam oferecidos às empresas para lançar mão desse instrumento. Esses incentivos são de diversas naturezas, dependendo do comportamento específico que se deseje induzir. Incentivos à *geração*

de inovações, como o reconhecimento de patentes, por exemplo, são diferentes dos incentivos à *difusão* de inovações, que passa pela facilitação do acesso ao conhecimento desejado.

No processo competitivo, a capacidade empresarial de reter os frutos do progresso tecnológico é decisiva: as patentes significam, assim, limites *ex-post* à concorrência, ao proteger, por um tempo determinado, os ganhos de monopólio derivados da sua introdução. Em troca, o empresário revela, ou deveria revelar, o segredo tecnológico que justificou a concessão daquele privilégio, o que se denomina “*disclosure*” da inovação protegida por patentes.

O que importa, ao fim e ao cabo, é que métodos de produção (ou de gestão) tecnicamente mais avançados têm de ser mais lucrativos para que sua utilização se justifique aos olhos dos empresários que tomam as decisões relevantes. Assim, cada inovação deve acenar com a criação de uma vantagem (ou a compensação de uma desvantagem) de mercado para a empresa que contemple essa possibilidade. Progresso técnico, portanto, é um “fator de produção”, submetido à mesma lógica que rege a aquisição de qualquer outro fator de produção. Há incertezas específicas envolvidas, naturalmente, mas sua natureza não é necessariamente diferente do que caracteriza a incerteza que cerca qualquer atividade de negócios em uma economia de mercado. Por outro lado, o reconhecimento dessas especificidades implica não apenas reconhecer a necessidade de se determinar com precisão quais os incentivos que podem ser eficazes na indução à introdução de inovações, mas também que especificidades serão relevantes na determinação das formas de financiamento adequadas às firmas inovadoras ou difusoras de inovações.

Por outro lado, para além de princípios mais gerais e dos estudos de caso, a economia como disciplina com aspirações a ciência mantém-se curiosamente rudimentar e tentativa no que concerne à geração de progresso técnico e sua introdução nos processos produtivos. Conceitos importantes como, por exemplo, o de trajetória techno-

lógica, pelo qual se reconhece a existência de uma certa inércia na exploração de dados “veios” de conhecimento, que faz com que inovações relativamente pequenas, relativas a desdobramentos de uma grande inovação, sucedam-se no tempo até que o veio se esgote, já estavam presentes na obra seminal de Schumpeter. Progressos importantes foram feitos no conhecimento da relação entre introdução de inovações e padrões de concorrência entre empresas, mas algumas lacunas importantes permanecem, como na intensa discussão em torno do conceito de competitividade de países. Instituições importantes, como o Fórum Econômico Mundial, cuja reunião anual em Davos, na Suíça, gera sempre grandes coberturas na imprensa, nasceram propondo-se a média a competitividade de países. Economistas de grande influência, como Paul Krugman, por exemplo, opõem-se a essa idéia, argumentando que são empresas que competem, não países como tais.

Vale notar que debates como esse não são apenas de interesse acadêmico. Poucos temas econômicos são hoje mais capazes de despertar paixões e explicitar uma enorme diversidade de opiniões como o que fazer frente à China. Faz sentido a idéia de que a China é um *país* competitivo, ou trata-se de vantagens em alguns setores, cuja especificidade deve ser estudada ao nível da disponibilidade de fatores particulares em situações individuais? A solução para esse debate, por sua vez, deve orientar a definição de políticas científicas no país? Deve o Brasil tentar se capacitar para enfrentar a concorrência chinesa ou tentar capacitar alguns setores para enfrentar a concorrência de empresas chinesas? A solução está no delineamento de uma política nacional de inovações e progresso técnico ou na adoção de políticas de apoio chamado de horizontal às empresas, deixando a elas a decisão de como enfrentar a competição que as afete em seu próprio mercado?

Infelizmente, a teoria econômica oferece relativamente poucas luzes nesse debate que, a seguir-se o caminho aberto por Adam Smith, deveria estar no centro de suas preocupações. Autores como Schum-

peter são mais celebrados como profetas que como economistas, sendo cultuados mais do que seguidos. Em contraste com as idéias de Smith e Schumpeter, a teoria econômica mais praticada adotou como princípio a exogeneidade do progresso técnico, tratando-se, como visto, como resíduo. Com isso, as tendências do progresso técnico, mesmo no seu aspecto econômico, acabaram tornando-se um tema mais para engenheiros informados de como operam as empresas do que para economistas com algum conhecimento de tecnologia. Isso é tanto mais grave atualmente quando surgem novas dimensões do problema, como os impactos climáticos e ecológicos das opções tecnológicas. Tradicionalmente, a economia manteve fé otimista na capacidade desse “resíduo” – tecnologia –, de resolver dilemas como o esgotamento de certos insumos e materiais de produção. Confiava-se na capacidade do sistema de preços de induzir mudanças na composição da produção, *substituindo* fatores que escasseassem por outros mais

abundantes. Era essa a idéia central exposta anteriormente, a de que preços que refletissem a escassez de fatores de produção orientariam os empresários a substituírem as tecnologias que utilizassem insumos menos abundantes por outras, mais adequadas aos recursos existentes. A teoria econômica, porém, lida com dificuldades quando se passa da abordagem de questões de substituições relativamente marginais para grandes rupturas, como, por exemplo, atualmente, o caso do aquecimento global e fenômenos assemelhados.

Assim, a conclusão não é otimista para a teoria econômica. Há um grande atraso no reconhecimento e abordagem de vários problemas cruciais, dentre os quais o progresso técnico é certamente não o único, mas um dos mais dramáticos. Basta ver quantos dos prêmios Nobel distribuídos em economia desde 1974 foram dados a alguém cujo tema de pesquisa fosse o progresso técnico. Nenhum. Cabe aos praticantes da disciplina apressar-se antes que ela própria se torne simplesmente obsoleta.