

necessidade, apresentado a ideia de que é imprescindível a reconstrução da prática a partir do seu registo – o que apenas se consegue por via da sistematização da prática – porque é aquela que permite formular algumas concepções a partir da reflexão efectuada. O capítulo termina com a reafirmação do posicionamento do autor face ao paradigma construcionista, referindo que ‘interessa interpretar a capacidade profissional alcançada para compreender e enfrentar satisfatoriamente os problemas que a prática vai colocando, assim como a capacidade de funcionamento intrasubjectivo e intersubjectivo para participar proveitosamente nas situações de interacção e aprendizagem’ (p.85). Esta é, em última instância, a fundamentação apresentada para se efectuar a avaliação. O autor analisa as estratégias, procedimentos, meios e tipos de avaliação a efectuar, afirmando, no entanto, que só faz sentido avaliar se a avaliação, em si mesma, se converter numa parte integrante do processo de ensino-aprendizagem e não apenas num mero apêndice.

Proponho a leitura deste livro de grande utilidade para aqueles cuja experiência profissional os liga mais directamente a este domínio de conhecimento e de acção. Trata-se de um livro que se devora (quase) de uma só vez – o que não acontece, por certo, com a assimilação dos conteúdos e instrutivos ensinamentos trazidos até nós.

**Dulce Simões**

*Instituto Superior Miguel Torga*

**Nathan Rosenberg. 2000. *Schumpeter and the Endogeneity of Technology: Some American Perspectives*. Londres: Routledge. 125 pp. ISBN: 0-415-22652-X.**

Nathan Rosenberg é Professor de Economia na Universidade de Stanford. Os seus principais trabalhos incluem *Inside the Black Box, Exploring the Black Box* (1983), *How the West Grew Rich* (1986; em parceria com L. E. Birdzell, Jr.) e, mais recentemente, *Paths of Innovations* (1998; com David Mowery). Não correrei certamente o risco de exagerar ao afirmar que Rosenberg tem centrado a sua investigação na explicação económica e histórica do progresso tecnológico dos países

desenvolvidos. Este livro consiste numa compilação de cinco conferências que têm igualmente como tema central a inovação e a sua endogeneidade, invocando-se Schumpeter como o precursor essencial destas ideias.

‘Joseph Schumpeter e a Interpretação Económica da História’ é o título da primeira conferência. Rosenberg começa por afirmar que Schumpeter mudou de perspectiva quanto à actividade inventiva: na sua obra da década de 30, *Business Cycles*, não demonstrava qualquer interesse analítico quanto aos determinantes da actividade inventiva, via-a como exógena. Mas, no *Capitalismo, Socialismo e Democracia* (1942), argumentou em sentido contrário, defendendo que a empresa moderna a endogeneizou. Schumpeter vai criticar, assim, a análise de estática comparada, porque acredita, tal como Marx, que existem forças internas ao sistema capitalista que fazem com que este evolua de forma mais ou menos contínua: o inevitável crescimento da firma e a concentração industrial; a instabilidade inerente ao capitalismo e a inevitabilidade das ‘crises’ — os Ciclos Económicos; a destruição eventual de instituições capitalistas e sua substituição por uma forma de organização socialista. Rosenberg confirma a endogeneidade da inovação defendida por Schumpeter: o capitalismo tem de ser considerado como um sistema evolutivo, em vez de um sistema que regressa ao equilíbrio após pequenos desvios, face à posição (de equilíbrio) inicial. O conceito de Inovação implica a introdução de um novo produto, tecnologia, factor de produção ou tipo de organização. Tal é diferente de Inovação Tecnológica, que é central para a mudança a longo prazo da actividade económica.

Em ‘Endogeneidade na Ciência e Tecnologia do Século XX’, a segunda conferência desta série, Rosenberg procura demonstrar que tanto a ciência, como a tecnologia se tornaram factores mais endógenos à actividade económica ao longo do século XX, enquanto consequência directa de mudanças institucionais e alterações associadas a incentivos económicos. A unidade fundamental é o Laboratório de Pesquisa Industrial (LPI), o que, em si mesmo, é considerado uma inovação institucional-chave. Ele teve a sua origem na indústria alemã de química orgânica, no final do século XIX, em colaboração com outras instituições, nomeadamente, as universidades que formavam

cientistas e engenheiros para trabalhar para os LPI e, simultaneamente, pesquisavam, o que aumentava a massa de conhecimentos disponíveis. O pressuposto de que a afectação de despesas em I&D é actualmente determinada pelos resultados de decisões económicas e suas consequências, tomadas em data anterior, traduz-se na constatação de que uma parte significativa dos fundos em I&D é destinada ao aperfeiçoamento de tecnologias que já existiam. Em termos empresariais, a afectação de recursos para a I&D tem sido realizada da seguinte forma: 80% para a melhoria de produtos já existentes e 20% para as invenções de novos produtos. Já para os EUA, um terço da verba adstrita à I&D vai para a Investigação e dois terços vão para o Desenvolvimento. As inovações drásticas, tipo Schumpeteriano, não ocupam a maior fatia da I&D. O objectivo mais curial passa por melhorar a performance ou reduzir o custo de velhas tecnologias.

A título de exemplo, os efeitos cumulativos de pequenas melhorias individuais na geração de electricidade, levadas a cabo durante um período longo de tempo, naquilo que hoje se designa por Tecnologias de Escopo Geral (General Purpose Technologies), transformaram a economia mundial. Assim, estes investimentos mais recentes, que partem de uma plataforma tecnológica que já existe e que aparecem agora a dominar os orçamentos da I&D das economias capitalistas avançadas, são claramente endógenos na sua natureza. Identifica-se claramente uma tendência para que a componente I (de I&D) tenha em si contida uma fracção significativa e crescente imputada às empresas industriais, isto, claro está, nos últimos anos. A NSF (National Science Foundation) relatou que, em anos recentes, mais de 25% da investigação pura nos EUA foi financiada por empresas industriais. Também o desenvolvimento de disciplinas de engenharia serve, por outro lado, para aumentar o pay-off prospectivo da investigação pura. Tal contribuiu decisivamente para converter as descobertas da pesquisa fundamental em produtos de mercado e, sobretudo, para reforçar a endogeneidade da ciência nas economias capitalistas avançadas. Como afirma Rosenberg, o desenvolvimento de uma nova tecnologia de considerável importância comercial, independentemente das origens dessa tecnologia, pode dar, e muitas vezes deu, um poderoso estímulo a uma pesquisa

científica sistemática. Mas o sentido de causalidade pode ir da componente D para a I: a invenção do transistor levou ao desenvolvimento exponencial da física do 'estado sólido' (solid state physics). Neste caso, o fluxo de conhecimentos científicos foi da indústria para as universidades.

Na conferência seguinte, 'Universidades Americanas como Instituições Endógenas', o autor argumenta que as universidades americanas são instituições que têm uma profunda sensibilidade relativamente às necessidades económicas da sociedade americana; são, por isso, consideradas como endógenas. As suas características distintivas são as seguintes: são muitíssimo descentralizadas; estão intimamente ligadas entre si; e são intensamente competitivas. As universidades americanas têm, além disso, uma dimensão muito superior à das europeias, o que lhes permite um elevado grau de especialização. E o sistema universitário revela uma elevada mobilidade, permitindo que um aluno se transfira de uma universidade de segunda linha para uma de topo.

Rosenberg explora na quarta conferência, 'Inovadores e meros Imitadores', algumas ligações entre inovação e crescimento da produtividade, relação que é central para Schumpeter. Deste modo, a questão é saber por que não observamos um crescimento da produtividade mais elevado em associação com uma aparentemente alta taxa de transformação tecnológica. Rosenberg contrapõe dois factos, numa abordagem inicial, a saber: a Lei de Moore – 'o poder de cálculo contido num chip de silicone duplica aproximadamente a cada 18 meses' (p. 59) – e a Observação de Solow – 'vemos computadores por todo o lado excepto nas estatísticas de produtividade.' (p.59). Rosenberg afirma: 'a taxa global de crescimento da produtividade, desde 1970, desceu consideravelmente, quando comparada com a taxa que prevaleceu nos EUA no século precedente a 1970.' (p.58)

Como estabelece, então, Rosenberg a ligação entre progresso tecnológico e o crescimento da produtividade? Em primeiro lugar, dizendo que muitas, ou a maioria, destas aplicações potenciais, derivadas de novas tecnologias e inovações, são testadas gradualmente ao longo do curso do ciclo de vida da nova tecnologia. Isto porque, em parte, as novas tecnologias estão ainda em bruto e comportam-se de forma deficiente no início.

Ora, a incerteza associada ao primeiro ponto liga-se às incertezas que persistem, à medida que uma tecnologia se vai desenvolvendo, mesmo que esta tenha várias décadas de existência (exemplo – a câmara fotográfica e o advento da câmara digital). Há também a questão de como medir a produtividade, por exemplo, de uma nova tecnologia de imagem digital que torna possível a transmissão de imagens de alta resolução a qualquer indivíduo que tenha acesso a um computador pessoal, supondo que o primeiro é um distinto radiologista nalgum centro imagiológico distante.

O autor adianta ainda que para compreender o impacto eventual de uma nova tecnologia sobre o crescimento da produtividade é necessário perceber a sua trajectória de melhoria posterior e que estas trajectórias tipicamente estão nas mãos dos imitadores Schumpeterianos. Mas, ao contrário de Schumpeter que, segundo Rosenberg, atribuiu demasiada importância a um único evento, ou seja, a primeira introdução de uma inovação no mercado e as incontáveis dificuldades encontradas pelo empreendedor, Rosenberg partilha mais de uma visão de que as inovações maiores são feitas de numerosas actividades incrementais que se estendem por períodos longos de tempo e cuja importância cumulativa tem um significado económico decisivo. Quanto ao papel dos meros imitadores, Nathan Rosenberg também discorda de Schumpeter: 'de acordo com ele [Schumpeter] tudo o que os imitadores tinham que fazer era seguir as pegadas dos empreendedores líderes, cujas actividades anteriores tinham resolvido todas as grandes incertezas.' (p.62) Pelo contrário, Rosenberg pensa que os assim chamados meros imitadores podem ser bem mais do que imitadores. 'De facto, eles foram os agentes essenciais de um processo de melhoria que moldou decisivamente a contribuição de novas tecnologias para a melhoria da produtividade.' (p.62)

O conceito de complementaridade tecnológica joga também, por outro lado, um papel relevante: 'por vezes, duas tecnologias até então não relacionadas podem ser combinadas de um modo que fortalecerá a eficácia de uma delas ou que, em combinação, as duas fornecerão uma nova plataforma que abrirá um novo leque de possibilidades comerciais'. (p.63). Dois exemplos são suficientes para percebermos estas noções. 1) o

caso do computador — o computador digital electrónico começou a ser realmente comercializado quando o circuito integrado, contendo muitos transistores, foi incorporado no computador, como substituto do tubo de vácuo e do transistor único, na década de 60. Isto significou uma tremenda sinergia entre duas tecnologias isoladas e aparentemente não relacionadas que abriu um imenso campo de novas possibilidades. 2) A combinação das fibras ópticas e do laser revolucionou todo o sistema de telecomunicações, tendo criado uma nova plataforma tecnológica.

Os exemplos dados e outros 'fornecem sólidos alicerces sobre os quais numerosas tecnologias complementares têm sido construídas, (...) e os lasers estão bem posicionados para pertencerem a este pequeno e exclusivo clube. Estas Tecnologias de Escopo Geral (TEG) estão agora a receber considerável atenção por parte dos economistas. O facto de terem a característica comum de fornecerem oportunidades a outras tecnologias de se desenvolverem sobre elas, sugere que elas desempenham um papel crítico no crescimento da produtividade.' (p.65). Nathan Rosenberg elege, assim, o laser como uma TEG. Para tal, adianta algumas das suas marcas distintivas: '(...) ela torna possível um aumento da produtividade da I&D num conjunto de sectores a jusante da economia. Mais especificamente, à medida que uma TEG se desenvolve, ela alarga o leque de oportunidades para aplicações a jusante e a percepção dessas possibilidades vai por sua vez estimular a I&D no sector da TEG, bem como a dos sectores a jusante. Consequentemente, há uma interacção dinâmica entre a investigação ao nível da TEG e a dos sectores de aplicação. Assim, as hipóteses de um uso extensivo da TEG tornam-se a base de aumentos generalizados da produtividade.' (p. 66).

O novo e crescente interesse nas TEG é particularmente importante, porque se centra na dinâmica do progresso tecnológico durante o período que Schumpeter deixou a cargo dos meros imitadores. Rosenberg, chamando à colação o exemplo da electricidade, desde a sua descoberta em 1880 até à sua comercialização em 1920, adverte que o processo que decorre desde a inovação (TEG) até à sua aplicação em actividades distintas é longo e demorado, explicando parcialmente o desfasamento que existe en-

tre a TEG e as inovações complementares, através das quais a TEG fornece os benefícios em termos de produtividade.

Existem, igualmente, problemas graves de medição do crescimento da produtividade. No entanto, para Nathan Rosenberg, estes problemas só explicam uma parte do decréscimo do ritmo de crescimento da produtividade. Além de que este género de questões não é de agora, mas sim de há muito tempo, pelo que os seus reflexos são anteriores ao fenómeno da quebra do crescimento da produtividade. Assim, só um crescimento do measurement bias ao longo dos anos é que poderia explicar esta discrepância, não tendo o autor encontrado qualquer demonstração que apoiasse esta tese. Há, contudo, uma certeza: 'as melhorias registadas na produtividade do trabalho na indústria manufacturera nos EUA aproximaram-se do seu nível de longo prazo antes de 1970, durante os anos 90, ou seja, a baixa taxa global registada no crescimento da produtividade da economia norte-americana durante a década de 90 foi fortemente influenciada pela reduzida taxa de crescimento da produtividade do sector dos serviços.' (p. 73). Assim, Rosenberg alerta para o facto de que a relação entre computadores e seres humanos é incomparavelmente mais complexa do que a que existe entre electricidade e fábrica. Sabendo que actualmente mais de 70% da população activa norte-americana está no sector dos serviços e que o crescimento da produtividade neste sector tem uma natureza qualitativa e dificilmente mensurável, está encontrada uma explicação, embora parcial, para a discrepância já referida.

Rosenberg conclui que 'tanto na história mais distante, como na experiência actual existe um estrangulamento importante na extracção de benefícios das novas tecnologias, a nível das suas aplicações, onde questões de organização, incentivos, padrões de especialização do trabalho e necessidades extremamente diversas dos eventuais utilizadores, especialmente no sector dos serviços, se tornam críticas. (...) Schumpeter também enfatizou que, de forma alguma, restringiu a sua definição de 'inovação' ao hardware, embora tenha mantido com insistência a distinção entre inovadores e imitadores.' (pp.77-8)

'Engenharia Química como uma TEG' é a conferência que encerra esta colectânea. O objectivo é examinar a disciplina de Enge-

nharia Química como uma TEG e perscrutar a relação entre esta e o crescimento dos seus sectores de aplicação – primariamente, o do petróleo e o dos petroquímicos. Neste contexto, Rosenberg explora a noção de que é útil conceber um conjunto de ideias como uma TEG. Todavia, a grande questão é saber exactamente como a aprendizagem se processa, especificamente como é que a sociedade adquire os novos conhecimentos e capacidades que consistem no progresso tecnológico? 'Os economistas teóricos e os historiadores económicos estariam de acordo em que o crescimento do conhecimento necessita de ser estudado, pelo menos como um ponto de partida, como o resultado de um investimento racional por parte dos agentes económicos.' (p.81). A Nova Teoria do Crescimento assenta as suas baterias teóricas a dois níveis: o do investimento em I&D; e o do investimento em capital tangível, combinando learning-by-doing com rendimentos crescentes. Deste modo, 'de acordo com a Nova Teoria do Crescimento, toda a actividade inventiva actual reduz o custo da actividade inventiva futura na mesma proporção. Ora, o que a evidência (...) parece sugerir é (...) que um tipo particular de inovação (...) determina, de facto, os parâmetros relevantes do grau de spillover inter-temporal. Sem (...) as unidades operacionais, (...) que são centrais (...) à engenharia química, uma quantidade tremenda de conhecimento tecnológico não poderia ter transbordado para o futuro.' (pp.81-2)

A noção de TEG tem estado, até agora, confinada ao capital físico. Rosenberg sugere uma extensão deste conceito, para que ele inclua disciplinas científicas, como a engenharia química, o que pode levar a intuições válidas no que toca aos determinantes do progresso tecnológico e à difusão de novas tecnologias. Além do mais, a extensão do conceito de TEG às engenharias pode fortalecer a Nova Teoria do Crescimento, naquilo que é o seu ponto mais crítico e, ao mesmo tempo, o seu elo mais fraco: a explicação do crescimento do conhecimento útil.

**Henrique Amaral Dias**  
*Instituto Superior Miguel Torga*