

A EMERGÊNCIA DE UM NOVO PARADIGMA TÉCNICO-ECONÓMICO
E OS PEQUENOS PAÍSES
O caso de Portugal

Isabel Salavisa

Janeiro 1991

WP nº 1991/01

DOCUMENTO DE TRABALHO

WORKING PAPER





A Emergência de um Novo Paradigma Técnico-Económico e os Pequenos Países O caso de Portugal*

Isabel Salavisa
WP 91/01
1991

Índice

Introdução	1
1. Breve retrospectiva sobre os ciclos longos	2
2. Paradigmas e rupturas de paradigmas	5
2.1. Os paradigmas tecnológicos	6
2.2. Os paradigmas técnico-económicos	9
3. Pontas para desenredar o novelo tecnológico	11
3.1. Cumulatividade, nível de oportunidade tecnológica e apropriabilidade	11
3.2. Algumas tendências pesadas de progresso técnico	13
4. O paradigma técnico-económico das tecnologias de informação: oportunidade e restrições para os pequenos países	16
4.1. Definição e características do paradigma das tecnologias de informação	16
4.2. Oportunidades e restrições para os pequeno países	18
4.3. E Portugal?	19
Bibliografia	22

* Comunicação ao 1º Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais, organizado pelo C.E.S. da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2 a 4 de Julho de 1990. Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto de investigação "Investimento e criação de emprego – análise sectorial e regional", o qual decorreu no ISCTE, cofinanciado pela Junta Nacional de Investigação Científica e tecnológica e levado a cabo por uma equipa constituída por Maria João Rodrigues (coord.), Isabel Salavisa (coord.-adjunta), Helena Lopes, Isabel Nicolau, Rogério Roque Amaro e Luís Fraga.

Introdução

A emergência do paradigma técnico-económico das tecnologias de informação obriga a reequacionar a posição relativa de todos os países da DIT.

Em todas as grandes mudanças históricas de paradigma técnico-económico verificou-se uma redistribuição de cartas a nível nacional. Nessas fases, precisamente, surge a possibilidade de os pequenos países pouco desenvolvidos aproveitarem *janelas de oportunidade* que momentaneamente se abrem. Este texto visa equacionar duas questões-chave:

- 1) pode um pequeno país pouco desenvolvido aproveitar a actual fase de mutação paradigmática para tentar um salto de desenvolvimento?
- 2) Existirão, no actual paradigma emergente, características particularmente favoráveis para essa tentativa?

Evidentemente tem-se sobretudo em vista o caso de Portugal, embora muitas das hipóteses sejam susceptíveis de generalização.

Numa primeira parte:

1º Procurar-se-ão apresentar as características e propriedades do progresso técnico ou, mais restritamente, da mudança tecnológica, quer no interior de um determinado paradigma técnico-económico, quer nas zonas de fronteira entre paradigmas. Características como a cumulatividade, a apropriabilidade, o nível de oportunidade tecnológica e o grau de dependência dos *inputs* científicos, serão considerados como eixo de análise.

2º Caracterizar-se-ão brevemente os aspectos essenciais do paradigma emergente das tecnologias de informação, à luz das características anteriormente eleitas.

3º Procurar-se-á inventariar os pontos fortes e fracos de um pequeno país com o grau de desenvolvimento de Portugal.

Na parte final, apresentar-se-ão algumas conclusões provisórias, tendo em vista as duas questões-chave e os resultados de reflexão sobre Portugal.

1. Breve retrospectiva sobre os ciclos longos

Associada ao nome de Kondratieff, embora provavelmente de paternidade mais recuada¹, a teoria dos ciclos longos esquematiza o crescimento económico capitalista em ciclos de uma duração aproximada de meio século, cada um deles associado a um conjunto de indústrias e produtos dominantes e percorrendo quatro fases: recuperação, expansão, recessão e depressão. A periodização à Kondratieff seria a seguinte²: O *primeiro ciclo longo de Kondratieff* encontra-se associado à revolução industrial inglesa, iniciada no último quartel do século XVIII, e é um fenómeno especificamente britânico. As etapas descritas são:

- os primórdios – de 1750 a 1786;
- a fase de expansão ou prosperidade – de 1787 a 1800;
- a recessão – de 1801 a 1813;
- a depressão – de 1814 a 1827.

Os seus quatro pólos foram a máquina a vapor, a mecanização do têxtil, o carvão e o ferro e as inovações verificadas são fundamentalmente de processo. A difusão das novas técnicas, inicialmente confinada às fronteiras do Reino Unido, acabou por se estender aos países mais avançados da Europa na primeira metade do século XIX e, posteriormente, a países como a Índia, a Rússia, o Japão, etc. É de salientar que, apesar das tentativas de apropriação nacional britânica – mediante, por exemplo, a proibição de exportação de máquinas – a difusão externa teve lugar através da emigração de engenheiros ingleses para outros países europeus. Com efeito, os novos processos de fabrico eram de imitação fácil, em virtude de a tecnologia envolvida ser relativamente simples.

O *segundo ciclo longo de Kondratieff* é ainda originário do Reino Unido e baseia-se igualmente em inovações britânicas: a locomotiva e o caminho de ferro. Estas, juntamente com as indústrias do aço e metalúrgica, constituíram os eixos decisivos desde ciclo que se desenrolou através de:

- um período de recuperação – 1828-1842;
- um período de prosperidade – 1843-1857;
- um período de recessão – 1858-1869;

¹ Durante os anos 20, quando dirigente do Instituto de Investigação Económica de Moscovo, Kondratieff sistematizou e divulgou a teoria dos ciclos longos, originalmente atribuível a Van Galderen (1913) ou, de forma mais remota, a Pareto (1913).

² Para a apresentação dos ciclos de Kondratieff seguimos Freeman, Clark e Soete, 1982, pp. 166-188. A ideia dos ciclos de Kondratieff é retomada, embora de forma implícita e com diferenças, por Carlota Perez (vide Perez, 1988). No seu livro *The Economics of Industrial Innovation*, p. 207, Freeman apresenta também uma periodização um pouco diversa (vide Freeman, 1982).

- e, finalmente, uma fase de depressão – 1870-1884/5.

Este é o Kondratieff correspondente quer ao apogeu imperial britânico quer, mais tarde, ao início do declínio. No seu termo, o Reino Unido vê-se ultrapassado por alguns países europeus e pelos EUA os quais, através do protecçãoismo e da substituição de importações, haviam levado a cabo uma industrialização bem sucedida. Pelo fim do século, a Alemanha encontrava-se na dianteira da produção do ferro, do carvão e do aço. Entretanto, os EUA haviam obtido a primazia na indústria algodoeira.

O eixo geográfico desloca-se, deste modo, no *terceiro Kondratieff*, para a Alemanha e os EUA. As principais inovações (o automóvel e a electricidade) já não são de origem britânica. Com efeito, e até à I Guerra Mundial, assiste-se à queda contínua da taxa de crescimento da produção industrial do Reino Unido, em contraste com o que tem lugar nos países dianteiros. O crescimento gira à volta de três pólos: energia eléctrica, química pesada e engenharia.

As fases do terceiro Kondratieff são as seguintes:

- período de recuperação – 1886-1897;
- período de prosperidade – 1898-1911;
- período de recessão – 1912-1924/5;
- período de depressão – 1925/6-1938.

São de assinalar duas características contrastantes em relação aos ciclos anteriores: em primeiro lugar, a ciência torna-se crescentemente importante para a criação de inovações, como o indica a história da indústria química alemã³ e a electricidade nos EUA⁴ em segundo lugar, as inovações de produto são incomparavelmente mais significativas. Nelas se incluem, para além do automóvel, o avião, a rádio, o telefone, o gramofone, a câmara fotográfica e de filmar, a máquina de escrever, etc., sugerindo um enorme potencial de transformação dos padrões de consumo e modos de vida. A crise dos anos 30 veio, contudo, revelar os limites do consumo operário e popular. Será a instauração de uma nova relação salarial, a que se convencionou chamar de fordista, que permitirá adequar a procura social a um potencial acrescido de oferta.

Com a II Guerra Mundial, os EUA tornam-se o pólo dominante da inovação tecnológica (televisão, computador) e do crescimento. Nos 25 anos posteriores a 1945, assiste-se, aliás, a um crescimento sustentado nos países capitalistas centrais, com a Europa a recuperar das destruições da guerra e o Japão a levar a cabo um processo de *catching-up* das inovações tecnológicas do terceiro e do quarto Kondratieffs.

³ Vide Freeman, 1982, pp. 30-32. O autor escreve, referindo-se à indústria alemã da 2ª metade do século passado, que “a BASF, a Hoechst e a Bayer eram dirigidas por químicos que desejavam manter a sua empresa em contacto estreito com o progresso da investigação universitária” (p.31). Os vários casos referidos provam, com efeito, a ligação íntima entre os avanços da investigação fundamental e as inovações da indústria.

⁴ Vide Freeman, Clark e Soete, 1982, p. 169.

Neste *quarto Kondratieff*, iniciado em 1939, as indústrias motoras apresentam-se como *intensivas em tecnologia* (produtos químicos, plásticos, equipamento eléctrico e electrónico, instrumentação e comunicações), por um lado, e relacionadas com o novo padrão de consumo, por outro (automóvel, bens de consumo duradouro, produtos farmacêuticos, etc.) o qual inclui uma proporção crescente de bens de elevada elasticidade-rendimento⁵. A petroquímica e a electrónica constituem as indústrias-chave deste ciclo, em fase descendente desde os anos 70.

A época actual seria a da emergência de um *quinto Kondratieff*, designável por *Kondratieff da informação e comunicação*, e cujos sectores fundamentais seriam os computadores, os bens de capital electrónicos, o equipamento de telecomunicações, as fibras ópticas, a robótica, os novos materiais (dos quais, as cerâmicas) e os serviços de informação. Neste ciclo teria um peso muito relevante a produção, gestão e difusão de informação, nomeadamente de bases de dados. O fordismo, organização de produção típica do anterior período, seria destronado por sistemas de produção flexíveis⁶.

Para além do carácter especulativo do quinto Kondratieff, aliás assinalado pelos autores referidos, a abordagem kondratieffiana apresenta numerosas fragilidades, das quais se podem enumerar as seguintes:

- a grave dificuldade de construir séries estatísticas fiáveis para um período de dois séculos;
- a dificuldade de interpretar tais séries, dado o profundo impacto da guerra civil americana e da I e II guerras mundiais;
- os problemas derivados de uma generalização a partir de uma base relativamente frágil (poucos ciclos e uma irradiação geográfica limitada, sobretudo nos primeiros);
- o determinismo mecanicista de algumas teorias dos ciclos longos e, particularmente, a aceitação de uma periodicidade fixa semissecular;
- o carácter eminentemente descritivo e não especificamente teórico desta abordagem;
- o facto de fazer prevalecer, em certos casos, e para efeitos de periodização, a inovação, em detrimento da difusão, de novos produtos ou processos (é o caso do automóvel, atrás localizado no terceiro Kondratieff, quando efectivamente a sua plena importância económica e social só se vem a revelar no quarto Kondratieff);
- a subestimação dos aspectos relacionados com a organização do processo produtivo, não redutível, em qualquer caso, ao problema da inovação de processo;
- a subestimação dos aspectos económicos e sociais da procura e, por conseguinte, a eliminação do campo de análise do tipo de relação salarial dominante em cada período do capitalismo.

⁵ Vide sobre o 4º Kondratieff, o citado Freeman, Clark e Soete, 1982, pp. 127-147.

⁶ Vide Freeman e Perez, 1988, p. 53.

Temos, por conseguinte, plena consciência do esquematismo algo ingénuo desta abordagem, cujo princípio estruturador consiste em identificar os produtos industriais e as técnicas de produção dominantes em cada período. Todavia ela dispõe de uma forte eficácia heurística (no sentido de que a sua relação simplicidade – poder explicativo nos parece muito favorável). Sublinhemos, a rematar, duas das suas características marcantes:

- em primeiro lugar, o facto de rejeitar uma visão do progresso técnico contínuo, unidireccional e cumulativo⁷, avançado a concepção de que este é extremamente desigual ao longo do tempo, e extremamente variável quanto à base produtiva material (indústrias e sectores) e quanto à base geográfica⁸.
- Em segundo lugar, a ideia de que as tecnologias de um período particular estão fortemente interrelacionadas, donde a pertinência de falar nos “sistemas tecnológicos” dominantes numa dada onda longa⁹.

2. Paradigmas e rupturas de paradigmas

Retomemos agora o tópico fundamental de que o progresso técnico não é contínuo, assistindo-se a uma grande variabilidade das suas características e propriedades, sobretudo nas fases de substituição de paradigmas.

Com efeito, vários autores mais representativos da economia da inovação depararam-se com o facto de existirem fases intermédias distintas, com regularidades técnicas e económicas específicas. Essas fases longas, que encontram correspondências histórico-descritiva nas ondas longas de Kondratieff, têm sido conceptualizadas de muitos modos: paradigmas técnico-económicos, paradigmas tecnológicos, trajectórias naturais generalizadas, guias de sinalização tecnológicos, etc., etc. Se bem que preferamos o conceito de paradigmas técnico-económico, começaremos pela proposta de Dosi, quer por se ter tornado uma referência central, quer por ser dotada de grande riqueza heurística.

2.1. Os paradigmas tecnológicos

⁷ Vide Carlota Perez, 1988, pp. 85-86.

⁸ Vide as conclusões de Freeman, Clark e Soete, 1982, pp. 189 e seguintes.

⁹ Na versão de Freeman, Clark e Soete, 1982, e também C. Perez, 1988.

Desde a sua primitiva origem – um artigo de Dosi de 1982¹⁰ – este conceito, depois muitas vezes retomado pelo autor, conheceu um grande sucesso, recolhendo por assim dizer a simpatia dos investigadores desta disciplina e tornando-se uma imagem de marca do seu criador. A analogia estabelecida com a abordagem de Kuhn das revoluções científicas fez o seu caminho e instalou-se, o que não admira, conhecido o seu poder sugestivo.

Partindo de uma definição ampla de tecnologia e da constatação de que a distância conceptual entre aquela e os atributos da ciência – segundo a moderna epistemologia – não é muito grande¹¹, o autor procura levar o paralelo ainda mais longe, propondo que tal como existem paradigmas científicos (ou programas de pesquisa científica, na terminologia de Lakatos), também existem paradigmas tecnológicos (ou programas de pesquisa tecnológica):

Em analogia lata com a definição Kuhniana de paradigma científico, definiremos paradigma tecnológico como um modelo e uma matriz de solução de problemas tecnológicos *seleccionados*, baseados em princípios *seleccionados*, derivados das ciências naturais, e em tecnologias materiais *seleccionadas*.

Em primeiro lugar, as semelhanças dizem respeito ao mecanismo e procedimentos da ciência, por um lado, e aos da tecnologia, por outro. Tal como o paradigma científico determina o campo de pesquisa, os problemas, os procedimentos, as tarefas (os *puzzles*, nas palavras de Kuhn), também a tecnologia o faz no sentido acima definido (talvez fosse melhor falar de “*Cluster* de tecnologias”, por exemplo, as tecnologias nucleares, as tecnologias dos semicondutores, as tecnologias da química orga, etc.). Assim como a “ciência normal” é a “realização de uma promessa” contida num paradigma científico, também é o progresso técnico definido por um certo paradigma tecnológico. Definiremos *trajectória tecnológica* como o padrão de actividade “normal” de resolução de problemas (isto é de “progresso”) no âmbito do paradigma tecnológico.

Mais precisamente, se se quiser dotar de utilidade a hipótese de um paradigma tecnológico, deve ser-se capaz de estabelecer também no âmbito da tecnologia a existência de algo semelhante a uma “heurística positiva” e a uma “heurística negativa”. Por outras palavras, um paradigma tecnológico ou um programa de pesquisa) engloba fortes prescrições sobre as *direcções* da mutação técnica a prosseguir e sobre aquelas a desprezar¹².

¹⁰ Republicado in Freeman (dir.), 1983, pp. 78-101.

¹¹ Dosi, 1983, p. 83.

¹² Idem, pp.83-84.

Como o autor reconhece adiante, os paradigmas tecnológicos têm um poderoso *efeito de exclusão*: no seu interior exerce-se uma focagem de atenção das organizações e das pessoas em direcções bem precisas e, concomitantemente, surge uma espécie de cegueira para com as outras possibilidades tecnológicas. Relacionada com as dimensões tecnológicas e económicas eleitas, constitui-se uma *ideia de progresso* definido como a melhoria dos *trade-offs* ligados àquelas dimensões.

As características mais relevantes das trajectórias tecnológicas são as seguintes¹³:

- a) as trajectórias podem ser mais gerais ou mais localizadas, e mais ou menos potentes – neste último caso consoante o número de tecnologias que elas excluem;
- b) conforme Rosenberg assinalou¹⁴, desenvolvem-se complementaridades mais ou menos decisivas entre tecnologias, de tal modo que o insuficiente desenvolvimento de umas pode entravar o desenvolvimento de outras;
- c) pode definir-se *fronteira tecnológica* como o mais alto nível atingido num certo percurso tecnológico, de acordo com certas dimensões económicas e técnicas;
- d) o progresso ao longo de uma dada fronteira tecnológica é *virtualmente* cumulativo, pelo menos segundo certos aspectos;
- e) em certos casos (e especialmente quando uma trajectória é muito potente), pode ser difícil saltar de uma trajectória para outra;
- f) a comparabilidade entre percursos tecnológicos só é, muitas vezes, possível *ex post*, mantendo-se *à priori* a incerteza na avaliação.

É de sublinhar que a compreensão de algumas das características fulcrais do processo de produção da inovação carece da introdução do conceito de paradigma tecnológico ou técnico-económico. A cumulatividade é uma delas. Uma das possíveis conclusões lógicas deste enunciado de Dosi, é que *a cumulatividade tem lugar no interior de uma dado paradigma*, ao longo de uma determinada trajectória tecnológica e cessando muitas vezes na passagem para outra virtualmente substituída, particularmente quando essa passagem decorre no âmbito de uma alteração de paradigma: “sempre que o paradigma tecnológico muda, tem que se começar (quase) do princípio a actividade de resolução dos problemas”¹⁵.

Em que medida este *processo de acumulação* de saberes e meios tecnológicos é reiniciado com a mutação de paradigma, é uma questão vital não apenas, mas sobretudo, para os países menos desenvolvidos. Se a substituição de paradigma lhes abre oportunidades novas ou se, pelo contrário, a aceleração da inovação

¹³ Idem, pp. 85-86.

¹⁴ Rosenberg, 1982, pp. 56-62.

¹⁵ Dosi, 1983, p. 86.

os vai deixar cada vez mais para trás na corrida: eis toda uma área teórica e empírica a explorar, que adiante abordaremos.

Outro aspecto próximo do anterior é a *irreversibilidade*. A concepção temporalizada da mudança tecnológica que aqui se apresentou, juntamente com a noção de que existem tecnologias claramente superiores a outras, seja qual for a respectiva relação em termos de preços e o padrão de distribuição do rendimento, introduz um novo atributo no sistema que é o da irreversibilidade. Como Dosi afirma, esta concepção de tecnologia constitui-se assim em

alternativa radical à noção de “conjunto de possibilidades de produção”, um conceito essencial à teoria neoclássica da distribuição de rendimento introduzida sem a mais pequena referência à evidência empírica da tecnologia e da mutação técnica.¹⁶

A consequência desta asserção é evidente do ponto de vista das opções tecnológicas: no caso em que uma tecnologia se impõe como esmagadoramente revolucionária, ainda que os seus resultados em termos económicos só possam ser colhidos num futuro mais ou menos dilatado, as rotinas de selecção de investimento são definitivamente ultrapassadas pela força dos factos. Este fenómeno, que é particularmente susceptível de ter lugar aquando da emergência de um novo paradigma – e é, aliás, um dos seus sinais reveladores –, traduz-se na actualidade de múltiplos exemplos. As dificuldades decorrentes para a teoria estabelecida são muito consideráveis, mas compete-lhe a ela demonstrar que “as propriedades dos seus modelos resistem ao confronto com as assimetrias tecnológicas, o tempo e a irreversibilidade”¹⁷. Retomemos agora a outra referência fundamental: a dos paradigmas técnico-económicos, propostos por Perez¹⁸ e adoptados por Freeman¹⁹ e, sob a designação de “metaparadigma”, também por Andersen e Lundvall²⁰.

2.2. Os paradigmas técnico-económicos

¹⁶ Dosi, 1984, p. 291.

¹⁷ Idem, p. 292

¹⁸ Perez, 1983 e Perez, 1988.

¹⁹ Freeman, 1988b, pp. 75-76.

²⁰ Andersen e Lundvall, 1988, pp. 29-30.

Como Dosi, Carlota Perez retém a ideia de que periodicamente se operam rupturas (ou revoluções) no desenvolvimento tecnológico das sociedades, associadas à extensa aplicação de inovações radicais. Estas não aparecem isoladas, mas antes ligadas num sistema interrelacionado e coerente: as tecnologias de um dado período desenvolvem-se em associação umas com as outras, completando-se e gerando externalidades que “fortemente favorecem a generalização de um tipo particular de equipamento e um modelo correspondente de organização, enquanto que desencorajam outros tipos”²¹. Estamos, portanto, em presença de “sistemas tecnológicos”. Também aqui a inspiração schumpeteriana é evidente, mas agora são salientados os aspectos especificamente económicos e institucionais.

Quanto aos primeiros, Perez afirma que em cada revolução sucessiva ocorre uma transformação profunda do “senso comum” não só dos engenheiros, mas também dos gestores e dos investidores, e é criado um novo modelo ideal de prática mais produtiva e mais rentável (uma nova *best practice*). São estes modelos que Perez designa por paradigmas técnico-económicos²². O elemento unificador que “vincula o novo paradigma na consciência de milhões de agentes económicos individuais” é o surgimento de um *input* produtivo de utilização geral,

com preço de tal maneira baixo e decrescente que produz um impacte tremendo na estrutura de custos relativos” (...). O *input* específico que desempenha o papel de factor-chave de baixo custo – o carvão no século XIX, depois o aço, em seguida o petróleo e agora a microelectrónica – influencia profundamente a estrutura qualitativa da economia. O resultado é que os ramos e as indústrias que servem como motores de crescimento diferem completamente em cada período²³.

No virar do século foram as indústrias pesadas eléctrica, química e mecânica: no *boom* do pós-guerra as companhias petrolíferas, petroquímicas e de equipamento de transporte. Hoje tratar-se-ia das indústrias ligadas à microelectrónica, aos computadores, às telecomunicações e, em geral, às tecnologias de informação. É curioso assinalar que cada uma destas grandes vagas técnico-económicas requer investimentos infra-estruturais maciços e adequados²⁴.

Alguns pontos devem ainda ser acrescentados:

1º A expansão crescente das aplicações do factor-chave, sob a forma de inovações de produto e de processo, e sustentada por novas formas organizacionais, provoca uma subida geral na produtividade potencial.

2º A emergência de novos ramos industriais surge associada a uma alteração das próprias relações entre ramos, por um lado, e, por outro, dos critérios de competitividade.

²¹ Perez, 1988, p. 86.

²² Idem, pp. 86-87.

²³ Idem, p. 87.

²⁴ Ibidem.

3º A transição é acompanhada por uma vaga de novas oportunidades de investimento, por um lado e, por outro, por uma recomposição profunda das qualificações exigidas, não só da mão-de-obra em geral, mas também do pessoal técnico e de gestão.

4º A transição é ainda acompanhada pela transformação das instituições e das práticas sociais.

5º A mudança de paradigma é, por fim, acompanhada pela possibilidade de os países que estavam na vanguarda do paradigma anterior conhecerem graves dificuldades e serem mesmo substituídos por outros que lhes tomam a dianteira nos novos produtos, indústrias, qualificações, etc.. Estes são os períodos em que “os países que levam a cabo um processo de *catching up* têm a melhor oportunidade para tentar uma salto em termos de desenvolvimento”²⁵.

Na formulação de Perez, a vertente institucional tem grande importância. Na sua opinião, cada *boom* económico assenta “numa boa combinação entre uma revolução tecnológica específica e as formas de gestão social e institucional que servem como plataforma e quadro favorável à sua expansão”²⁶. O que aqui se diz é que se uma revolução tecnológica é condição necessária para a ocorrência de um *boom* prolongado, ela não é condição suficiente, visto que é preciso reunir também um quadro institucional favorável. Mas o raciocínio de Perez vai ainda mais longe, ao afirmar que a existência de tal “boa combinação” é até condição suficiente para a ocorrência de uma depressão prolongada, como é possível verificar na citação seguinte:

Sugerimos que a explicação para este atraso (na difusão de tecnologias já existentes) deve ser procurada numa desarticulação fundamental entre o quadro socio-institucional existente e o tipo de condições requeridas para que uma revolução tecnológica particular se desenvolva plenamente e forneça todo o seu potencial de crescimento. De facto, sugerimos que os períodos de crescimento lento ou mesmo de depressão, que precedem aqueles períodos de prosperidade, seriam precisamente devidos a tal desarticulação.²⁷

Parece existir, no que fica dito, algo da formulação de Marx a propósito da tensão entre forças produtivas e relações de produção, opinião, aliás, do próprio Freeman²⁸.

A questão em aberto é agora a seguinte: se o “local” (*o topus*) teórico da explicação das depressões e, designadamente, das dificuldades de difusão e instalação de um novo paradigma, é a *articulação* entre revolução tecnológica e quadro socio-institucional, como explicar tão pouca atenção, em termos conceptuais e de proposição de leis, a este último? Este problema, comum a todos os neoschumpeterianos,

²⁵ Idem, pp.87-88.

²⁶ Idem, p. 86.

²⁷ Ibidem. Veja-se também o artigo de Perez, 1983, pp. 370 e seguintes.

²⁸ Freeman, 1988b, p. 76.

torna-se particularmente flagrante em Perez porque provavelmente nenhum como ela levou tão longe a explicitação do social.

Retenhamos, em jeito de síntese sobre este ponto, que, por razões que relevam da ordem da evidência contemporânea (e que como ela, claro, podem ser enganadoras, ou seja, a evidência não confere nenhum estatuto de verdade...), o conceito de paradigma tecnológico ou técnico-económico tomou uma certa dianteira em relação às abordagens alternativas. É a ruptura tecnológica, económica e social, aquilo que parecemos viver e não a continuidade. A uma sorte imerecida estariam destinados os importantíssimos textos de Nelson e Winter e de Rosenberg, se apenas este aspecto pesasse.

3. Pontas para desenredar o novelo tecnológico

Tendo em vista as nossas duas questões iniciais, que interrogações formular (e como formular essas interrogações) à “natureza profunda” da questão tecnológica?

Do nosso ponto de vista, essas interrogações organizam-se em torno dos atributos, ou propriedades pertinentes do progresso técnico, por um lado, e das tendências pesadas que o percorrem, por outro. Esses dois conjuntos serão abordados de seguida.

3.1. Cumulatividade, nível de oportunidade tecnológica e apropriabilidade

Começemos pela *cumulatividade*²⁹ do progresso técnico, de que falámos atrás. O que poderá estar na origem da cumulatividade?

Presumivelmente um conjunto de factores de que podemos destacar:

Em primeiro lugar, o progresso técnico, apesar de incluir *acontecimentos* decisivos (as inovações radicais) cuja ocorrência se deve parcialmente ao acaso, e de manter por consequência um carácter incerto, não é um processo completamente dependente do acaso. Pelo contrário, a própria endogeneização da I&D significa o reconhecimento de que existe uma óbvia correlação entre os esforços dispendidos (financeiros, humanos e organizacionais) e os resultados em termos de avanços tecnológicos.

²⁹ Para esta secção vide Dosi, 1984, pp. 87 e seguintes. É curioso observar que Dosi adoptou conceitos originalmente propostos ou “importados” por Rosenberg. É o caso da cumulatividade, mas também da apropriabilidade, da interdependência e do “learning by doing”. Vide Rosenberg, 1982, p. 110.

Em segundo lugar, a existência de um processo de aprendizagem (*learning by doing*) cria a possibilidade de aqueles que partiram à frente, em termos tecnológicos, manterem a dianteira.

A cumulatividade, que se verifica quer no quadro da empresa quer no quadro nacional, deve, no entanto, ser pensada em relação com a problemática dos paradigmas técnico-económicos. Por uma razão fundamental: deve para nós constituir uma hipótese de trabalho a distinção de duas cumulatividades, uma em sentido lato, e a outra em sentido restrito. Em *sentido restrito*, a cumulatividade cessaria na fronteira de cada paradigma e seria este aspecto que abriria possibilidades completamente novas, ou *janelas de oportunidade*³⁰ aos países atrasados. Em *sentido lato*, contudo, certos aspectos do progresso técnico (ou favoráveis ao processo técnico), manteriam a sua cumulatividade, *apesar da substituição de paradigmas*. Como exemplo, temos as capacidades científicas e técnicas gerais de um país, a flexibilidade das estruturas organizacionais e das estruturas sociais, a criação de infra-estruturas científicas e técnicas, etc. A exploração desta diferença permitiria precisamente levantar o determinismo que pende sobre cada país tecnologicamente atrasado, e nesse ponto estamos de acordo com Carlota Perez³¹, mas muito provavelmente, acrescentamos, *de uma forma parcial*. O intervalo de possibilidades terá, segundo pensamos, de ser objectivo de uma investigação teórica e empírica concreta.

O segundo aspecto a considerar é o *nível de oportunidade tecnológica*³², ou a potencialidade de desenvolvimento de cada tecnologia específica dentro de cada paradigma. Esta capacidade potencial de cada tecnologia registar progressos importantes é, como é óbvio, extremamente variável. Na actualidade são as tecnologias de informação que parecem deter o nível máximo de oportunidade tecnológica, seguida pelos novos materiais, a biotecnologia, etc.

O terceiro e último aspecto é a *apropriabilidade*. Como Dosi afirma:

para uma dada percepção da oportunidade tecnológica, os benefícios económicos de um inovador (ou de um imitador rápido) devem ser proporcionais ao grau de *apropriabilidade privada* das inovações e das *externalidades*, muitas vezes associadas às actividades inovadoras (tais como a perícia, o *know-how* e o conhecimento diferenciais)³³.

A questão da apropriabilidade merece algumas observações mais detalhadas.

Primeiro, verifica-se sempre, em maior ou menor grau, a coexistência dentro de uma mesma tecnologia, de apropriabilidade e de externalidades. Como Nelson sublinhou, “nas economias capitalistas, a tecnologia, em alguns dos seus aspectos, é em parte um bem público”³⁴, o que é globalmente vantajoso

³⁰ Perez, 1988, p.89.

³¹ Vide Perez, 1988.

³² Dosi, 1984, p. 88.

³³ Ibidem.

³⁴ Nelson, 1988, p. 314.

para o conjunto dos agentes económicos envolvidos. Os conhecimentos relevantes, mesmo em domínios de ponta, difundidos pelas publicações académicas, são um dos exemplos de externalidade. Mas aquela coexistência tem lugar em regime de *tensão*, cada parceiro tentando internalizar o máximo de benefícios económicos, usufruindo ao mesmo tempo de uma produção externa permanente de conhecimentos científicos e teóricos (incorporados ou não em pessoas) e de infra-estruturas.

Segundo, a existência de um certo grau de apropriabilidade privada é condição necessária (e suficiente, se lhe acrescentarmos a oportunidade tecnológica), para a existência de actividades inovadoras nas economias capitalistas.

Terceiro, há uma relação próxima entre apropriabilidade privada e cumulatividade a nível da empresa.

Quarto, é possível estabelecer um nexos com as estruturas industriais dominantes. Segundo Dosi:

sob vários aspectos, a história do desenvolvimento de uma estrutura oligopolística pode ser interpretada como a tendência para a internacionalização dos aspectos não mercantis do progresso técnico.³⁵

Dos três atributos apresentados nesta secção resulta uma pluralidade de consequências, que seleccionaremos de acordo com os nossos interesses de investigação. Um primeiro grupo, engloba os elementos que podem contribuir para responder à seguinte questão magna: existirão condições particularmente favoráveis, na actual fase de mudança de paradigma (e de emergência de um paradigma concreto dito das tecnologias de informação), para um pequeno país atrasado tentar um salto de desenvolvimento? (versão forte). Ou, mais modestamente, para que não se torne completamente irreversível ou mesmo ainda mais cavado o fosso económico e tecnológico, em relação aos países mais avançados? (versão fraca).

3.2. Algumas tendências pesadas de progresso técnico

Em anos recentes, alguns autores têm procurado delimitar o núcleo duro dos *aspectos gerais* ou *factos estilizados* do progresso técnico, em torno dos quais se verifica um razoável consenso na comunidade dos investigadores. No seu livro de 1984³⁶, Dosi propôs os seguintes sete factos estilizados:

1. O papel crescente (pelo menos neste século) dos *inputs* científicos no processo de inovação.
2. A crescente complexidade das actividades de I&D, a qual converte o processo de inovação numa questão de planeamento de longo prazo para as empresas (e não apenas para estas), e milita contra

³⁵ Dosi, 1984, p. 289.

³⁶ Dosi, 1984.

- a hipótese de uma rápida reacção dos produtores, em termos de inovação, face a alterações nas condições de mercado.
3. Uma correlação significativa entre os esforços em I&D (como *proxy* dos *inputs* do processo inovativo) e o *output* inovativo (medido pelas patentes) em vários sectores industriais, e a ausência, em comparações seccionais entre países, de correlações evidentes entre padrões de mercado e padrões de procura, por um lado, e *output* inovativo, por outro.
 4. Uma quantidade significativa da inovação e das melhorias introduzidas tem origem no *learning by doing* e aparece incorporada em pessoas e organizações (principalmente empresas).
 5. Apesar da institucionalização crescente da investigação, as actividades de investigação e de inovação mantêm intrinsecamente uma *natureza incerta*, facto que milita contra a hipótese de se conhecer *ex-ante* o conjunto de escolhas tecnológicas.
 6. A mutação técnica *não* ocorre de modo aleatório, por duas razões: em primeiro lugar, as *direcções* da mutação técnica são muitas vezes definidas pelo estado da arte das tecnologias já utilizadas; em segundo lugar, a probabilidade das empresas e organizações realizarem avanços tecnológicos é frequentemente, entre outras coisas, função dos níveis tecnológicos já atingidos por elas.
 7. A evolução temporal das tecnologias apresenta algumas regularidades significativas, de que resulta a frequente possibilidade de definir *percursos* de mudança, em termos de algumas das características tecnológicas e económicas de produtos e processos.

Esta enunciação, semelhante a uma anterior de Dosi e Soete, de 1983³⁷, é retomada num texto do mesmo autor, publicado em 1988, subordinado à “natureza do processo inovador”³⁸. A lista aparece agora depurada e os factos estilizados da inovação reduzidos a apenas cinco:

1º a incerteza;

2º a crescente importância dos progressos no conhecimento científico, como condição para a abertura de novas oportunidades tecnológicas fundamentais;

3º a crescente complexidade das actividades de investigação e inovação e sua consequente institucionalização (em laboratórios de empresas, governamentais e universidades, etc.);

4º a importância do *learning by doing* e do *learning by using*, como factores suplementares de inovações e melhorias;

5º a cumulatividade da mutação tecnológica.

³⁷ Obtida em Segunda mão, por via de uma extensa citação em Freeman e Soete (dir.), 1987, p. 38. Não existe, todavia, uma sobreposição total.

³⁸ Dosi, 1988. Vide especialmente pp. 222-223.

Em outro texto também de 1988, mas agora de Dosi e Orsenigo³⁹, são enumerados “aspectos gerais do progresso técnico”, os quais não só não coincidem com a lista anterior – embora os dois textos apareçam enquanto capítulos do mesmo livro..., como acrescentam alguns tópicos de reflexão particularmente interessantes. Eis a totalidade:

- as diferenças sectoriais do grau de apropriabilidade e níveis de oportunidade do progresso tecnológico;
- o carácter parcialmente tácito do conhecimento tecnológico (e, portanto, dificilmente transmissível ou até intransmissível);
- a variedade na base do conhecimento e nos procedimentos de pesquisa das inovações;
- a incerteza;
- a irreversibilidade dos avanços tecnológicos (com uma superioridade inequívoca dos novos processos e produtos sobre os antigos, independentemente dos preços relativos);
- a endogeneidade das estruturas de mercado associadas à dinâmica da inovação;
- a existência permanente de assimetrias e variedade entre empresas (e países) nas suas capacidades inovadoras, na eficiência dos *inputs*, nas tecnologias de produção, e nas regras de comportamento e de estratégia.

O *processo de aprendizagem* é agora remetido à categoria de um procedimento de progresso tecnológico. Cumpre dizer que estamos perante dois tipos de questões completamente distintas, quando nos confrontamos com estes dois grandes conjuntos, parcialmente intersectados, mas largamente disjuntos. A primeira questão é que as várias características diferem acentuadamente no que respeita a sua *generalidade*. A segunda questão é que elas também diferem no que respeita ao seu grau de *consensualidade*. Os *factos estilizados* são mais gerais e mais consensuais, *grosso modo*, do que os *aspectos gerais*. Contudo, é necessário prestar um pouco mais de atenção a este problema.

Os factos estilizados são dotados de um elevado grau de generalidade e de consensualidade, o que não surpreende, dado que eles resultam ou de uma reflexão quase-semântica sobre a inovação (a *incerteza*) ou de uma importação de elementos da historiografia económica e das tecnologias com o estudo de evidências (“o papel da ciência” e a “crescente complexidade das actividades de I&D”). A importância do processo de aprendizagem (nos seus dois componentes *learning by doing* e *learning by using*) é pacífica. Aquilo que não é pacífico, e que releva já de um segundo nível analítico (que é a procura das regularidades do processo de inovação), é a configuração geral das trajectórias da mutação tecnológica. É

³⁹ Dosi e Orsenigo, 1988.

o caso da *cumulatividade* no conjunto dos factos estilizados. E é o caso, por maioria de razão, da *endogeneidade das estruturas de mercado* associadas à dinâmica da inovação.

4. O paradigma técnico-económico das tecnologias de informação: oportunidades e restrições para os pequenos países

4.1. Definição e características do paradigma das tecnologias de informação

A actual fase caracteriza-se pela emergência de uma paradigma consensualmente designado por paradigma das tecnologias de informação. O que se deve entender por tecnologias de informação? Uma resposta possível é a de que se trata do *conjunto de novos desenvolvimentos tecnológicos na microelectrónica, nos computadores, na optoelectrónica e nos sistemas de comunicação*, os quais têm, em conjunto, efeitos extensivos à globalidade do aparelho produtivo⁴⁰. Às tecnologias de informação são de acrescentar, na versão de Perez, *os sistemas flexíveis de produção e o modelo japonês de organização de produção*⁴¹.

Quais são as características deste novo paradigma? Numa versão muito sintética, podemos afirmar que as essenciais são a *intensidade em informação, a flexibilidade, a natureza sistémica e a base microelectrónica*⁴².

Numa versão mais detalhada, Freeman⁴³ enumera as seguintes características fundamentais:

- 1) Uma *taxa elevada e contínua* de mutação técnica nas *próprias indústrias das tecnologias de informação*; bem como uma larga gama de aplicações. A consequência deste fenómeno é a existência de uma elevada taxa de obsolescência dos produtos com a rápida sucessão de gerações de componentes, incorporados em novos *designs* de produtos finais e de sistemas.
- 2) Uma *muito maior flexibilidade* e velocidade na alteração de modelos e de *design*. A flexibilidade acrescida torna rentáveis as pequenas séries, o que abre perspectivas completamente novas para as pequenas e médias empresas, fazendo prever a transformação do padrão industrial. Todavia, com

⁴⁰ Freeman e Soete (dir.), 1987, p. 49.

⁴¹ Perez, 1988, p. 93.

⁴² Ibidem.

⁴³ Vide Freeman e Soete (dir.), 1987, pp. 62 e seguintes.

Freeman adverte, moderando o optimismo de Piore e Sabel⁴⁴, subsistirão economias de escala importantes de *marketing*, financeiras e de *design*.

- 3) Uma *redução dos componentes electromecânicos* e de vários estádios de transformação dos componentes, em consequência da alteração do *design* de produtos e processos.
- 4) Uma forte tendência para uma taxa mais elevada de *mudança de produto e de processo* e uma mais intensa concorrência tecnológica.
- 5) Velocidade, fiabilidade e baixo custo *de transmitir e armazenar grandes quantidades de informação* sobre vendas, inventários e operações financeiras, em geral.
- 6) A capacidade para *integrar design*, produção, aquisições, vendas, administração e serviços técnicos em todas as empresas. A tendência fundamental é para os sistemas de produção integrados por computador e para os sistemas de escritório electrónico, embora de momento subsistam muitos obstáculos técnicos e sociais.
- 7) A capacidade de *melhorar a qualidade* dos produtos, processos e serviços. A verificação e controlo *on line* de quantidade e qualidade do produto permite melhorias no processo de produção poupadoras de capital, de trabalho, de matérias-primas e de energia, visto que reduz o número de produtos rejeitados e de desperdício, tanto no produto final como nos bens intermédios.
- 8) A capacidade de *ligar redes de fornecedores* de componentes e de matérias-primas a empresas de montagem (como na indústria automóvel) ou a empresas de serviços (como na indústria hoteleira e de restauração), ou para estabelecer ligações entre produtores, grossistas e retalhistas, como na indústria do vestuário.
- 9) A crescente *integração entre as actividades industriais e os serviços* significa que não faz sentido falar de uma economia de *serviços* ou de uma economia *industrial*, visto que são interdependentes. Exemplo: as lojas de fotocópias.
- 10) Uma muito maior *integração internacional* de indústrias, serviços e mercados como consequência de uma transmissão muito rápida de informação e de uma grande melhoria dos fluxos de comunicação.

4.2. Oportunidades e restrições para os pequenos países

⁴⁴ Piore e Sabel, 1984.

De tudo o que acaba de ser dito, resulta claro que o paradigma das tecnologias de informação é portador de profundas alterações no padrão industrial dos vários países, na estrutura de qualificações da população e no emprego. Sem prejuízo de novas investigações, convém alinhar desde já algumas considerações pertinentes para os pequenos países pouco desenvolvidos, como Portugal.

A *primeira consideração* é que os aspectos virtualmente favoráveis do novo paradigma são, pelo menos parcialmente, restringidos pela emergência de novas limitações. Assim, se parece certo que a *flexibilidade* é uma característica quase indiscutível das tecnologias de informação, ela vem acompanhada por uma exigência acrescida de pensar o todo produtivo a um nível de *integração* até agora desconhecido. Deste modo, como Freeman observa, se as economias de escala clássicas (ligadas às actividades centrais de produção) perdem importância, outro tipo assume a dianteira, a saber, as economias de escala ligadas à *periferia* da produção: de *marketing*, de *design*, financeiras e de I&D⁴⁵.

A *segunda consideração* é que o pleno desenvolvimento das tecnologias de informação aponta para um *salto provável na complexidade das tecnologias dominantes*. Como Walsh sublinha

o grau de complexidade varia com a indústria, de tal modo que as áreas de alta tecnologia são mais complexas que as de média e baixa tecnologia. Contudo, a tendência presente, é para uma complexidade crescente através de todas as indústrias de modo que, por exemplo, a tecnologia da produção automóvel de hoje se aproxima da complexidade típica da indústria aeronáutica de ontem. Analogamente, a área de baixa tecnologia e de baixa complexidade da indústria alimentar será, amanhã, provavelmente mais complexa e mais dependente da ciência, como consequência do impacto da biotecnologia. Um dos aspectos deste desenvolvimento é que, para a exploração eficaz destas tecnologias na indústria, é necessário um espectro muito mais largo de capacidade em I&D, mesmo nos sectores de tecnologia média e, conseqüentemente, gastos muito maiores em recursos humanos e financeiros⁴⁶.

A consequência tirada por Walsh é imediata: este é virtualmente um problema sério para os pequenos países com um padrão industrial dominado por pequenas e médias empresas. Os exemplos citados incluem a indústria farmacêutica em que, no passado, os pequenos países e as pequenas empresas desempenharam um papel importante, mas onde hoje se vêem confrontados com limiares crescentes de I&D e de complexidade tecnológica, e a indústria de máquinas-ferramenta. Note-se que um fenómeno semelhante

⁴⁵ Freeman, 1988b, p. 76.

⁴⁶ Walsh, 1988, p. 50.

começa a atingir igualmente grandes países e grandes empresas, no caso designadamente do equipamento de telecomunicações⁴⁷.

Uma *terceira consideração* diz respeito ao *encurtamento dos ciclos de inovação*, e consequente aceleração da obsolescência de certo tipo de equipamentos, o que tanto pode ser resultado da não estabilização das tecnologias e, portanto, limitado a uma fase inicial do novo paradigma, como pode constituir-se em atributo estrutural. Nesta segunda hipótese, as consequências para o acirrar da concorrência tecnológica, por um lado, e para as estratégias das empresas, por outro, serão certamente bastante sérias.

Uma *quarta e última consideração* refere-se ao facto, de, apesar das enormes potencialidades de aumento da produtividade global dos factores encerrados pelo paradigma emergente, *num primeiro período poderão sobrepor-se severas dificuldades de compatibilidade* entre equipamentos ou de adaptação humana, pura e simples, aos novos equipamentos, ocasionando quebras de produtividade tanto de capital como de trabalho. Estes problemas parecem ser potenciados nas abordagens fragmentárias ao processo produtivo⁴⁸.

4.3. E Portugal?

As restrições enunciadas não esgotam, todavia, o conjunto de dificuldades que os pequenos países pouco desenvolvidos deverão enfrentar. Acrescentemos mais duas de grande importância:

Em primeiro lugar, a *difusão da tecnologia microelectrónica* está ocorrendo e ocorrerá através de todo o tecido produtivo, embora a uma taxa e com uma profundidade de impacte totalmente diferentes de sector para sector (vide quadro 1, proposto por Freeman). A previsível revolucionarização de indústrias até agora tradicionais, como o têxtil e as confecções, abalará a partir da base os parâmetros de competitividade externa de países como Portugal, em que cerca de 30% do emprego industrial se encontra no subsistema têxtil-couro.

Em segundo lugar, a importância de certo tipo de *economias externas* deverá aumentar, por virtude da ocorrência de um novo salto qualitativo ao nível de *integração* e *interdependência* entre todos os sectores económicos. Parte destas economias externas, todavia, decorrerá da *instalação de infra-estruturas novas*, exigindo *investimentos infra-estruturais maciços*. Do caminho de ferro à rede eléctrica, das auto-estradas às redes de telecomunicações, foram-se sucedendo e justapondo no espaço um conjunto de redes,

⁴⁷ Ibidem.

⁴⁸ Freeman, 1988b, p. 68 e p. 82.

indispensáveis ao pleno desenvolvimento das potencialidade de cada novo *cacho* de indústrias revolucionárias. É fácil imaginar os problemas suplementares, financeiros e organizativos, que tal facto acarreta para os pequenos países pouco desenvolvidos como Portugal.

Muitas ilações poderiam ser retiradas dos pontos anteriores. Começaremos por reflectir sobre o papel das *políticas governamentais*. O enorme incremento das sinergias decorrentes de um salto qualitativo na integração e complexificação do aparelho produtivo, conjugado com a necessidade de proceder à instalação de infra-estruturas técnicas e científicas radicalmente novas (veja-se o impacte da revolução optoelectrónica sobre as telecomunicações), não parece apontar para a diminuição do papel do Estado. Pelo contrário, o que parece decorrer do que fica dito, é a necessidade de o Estado se desembaraçar do acessório, para levar a cabo o essencial, ou seja, aquilo que só pode ser promovido a partir de um lugar central.

Uma segunda reflexão diz respeito ao *desenvolvimento das estruturas de I&D*. O novo paradigma apresenta-se como mais intensivo em I&D do que os anteriores. Este aumento do conteúdo em I&D não decorre apenas do processo de invenção/inação, concentrado na sua fracção minoritária nos países desenvolvidos. Também o processo de selecção, difusão e assimilação da tecnologias radicalmente novas e de produtos inovadores, exige uma sofisticação muito maior dos conhecimentos utilizados e, por conseguinte, a criação de organizações cientificamente apetrechadas.

Uma terceira e última reflexão diz respeito ao papel vital do *sistema de educação/formação*. Não se trata apenas de afirmar a necessidade de promover uma maciça reconversão profissional ou de obter qualificações novas, ainda raras ou inexistentes. Trata-se, mais vitalmente ainda, de defender a ideia de que as novas formas de organização da produção e da sociedade são tendencialmente mais complexas, exigindo conhecimentos e qualificações profissionais globalmente mais elevados.

Quadro 1

A difusão da microelectrónica através da economia

<i>Taxa de difusão*</i>	Rápida	Média		Lenta		
<i>Profundidade de impacte*</i>	Forte	Forte	Média	Forte	Média	Fraca
<i>Design e Redesign do produto recorrendo à tecnologia microelectrónica</i>	Bens de capital electrónicos Equipamento militar e espacial Alguns bens de consumo electrónicos	Máquinas-ferramenta Veículos Bens de consumo electrónicos Instrumentos Alguns brinquedos	Outros bens de consumo duradouro Motores Outra maquinaria	Alguns produtos biomédicos	Outros brinquedos	
<i>Automação de processo recorrendo à tecnologia microelectrónica</i>	Alguns produtos electrónicos	Fabricação mecânica (série e massa), especialmente de veículos, bens de consumo duradouro e maquinaria Artes gráficas e edição de publicações	Processos de fluxo contínuo já parcialmente automatizados. Ex: - produtos químicos - produtos metálicos - petróleo - gás - electricidade	Vestuário Têxtil Alimentação Montagem	Materiais de construção Mobiliário Indústria extractiva	Agricultura Hotéis e restaurantes Construção Serviços pessoais
<i>Sistemas de informação e processamento de dados</i>	Sistemas específicos governamentais, das empresas e profissionais envolvendo armazenamento e processamento maciços de dados	Serviços financeiros Sistemas de comunicação Sistemas e equipamento de escritório sem sistemas electrónicos totais	Transportes Distribuição grossista Administração pública Grandes retalhistas	Distribuição a retalho Sistemas de escritório totalmente electrónico Transferência electrónica de fundos	Habitação Serviços profissionais	Agricultura Hotéis e restaurantes Construção Serviços pessoais

* Variando de menos de 10 anos (rápida) a mais de 30 (lenta) a ser afectada a maior parte da produção.

• Proporção do custo total do produto ou do equipamento de processo.

A Emergência de um Novo Paradigma Técnico-Económico e os Pequenos Países
O caso de Portugal

	em grandes organizações	<i>Design</i>				
--	-------------------------	---------------	--	--	--	--

Fonte: Freeman, 1982, p. 103.

Bibliografia

ANDERSEN, Esben Sloth e LUNDEVALL, Bengt-Ake (1988): “Small National Systems of Innovation Facing Technological Revolutions: na Analytical Framework”, in FREEMAN, Christopher e LUNDEVALL, Bengt-Ake (dir.), *Small Countries Facing the Technological Revolution*, Londres, Pinter Publishers, 1988, pp. 9-36.

BOYER, Robert (1985): “New Technologies and Employment in the Eighties – from Science and Technology to Macroeconomic Modelling”, CEPREMAP, nº 8526, Novembro de 1985, 41 p.

BOYER, Robert (1986): “Informatisation de la production et polyvalence... ou comment une flexibilité peut en cacher une autre », *Formation Emploi*, nº 14, Abril-Junho de 1986, pp. 6-21.

BOYER, Robert e CORIAT, Benjamin (1987): *Technical Flexibility and Macro Stabilisation – A Tentative Analysis* », CEPREMAP, nº 8731, Outubro de 1987, 78 p.

DOSI, Giovanni (1983): «Technological Paradigms and Technological Trajectories», in FREEMAN, Christopher (dir.), *Long Waves in the World Economy*, London, Pinter Publishers, 1983, (reimpressão de 1984), pp. 78-101.

DOSI, Giovanni (1984): *Technical Change and Industrial Transformation*, London, The MacMillan Press Ltd., 1984 (reimpressão de 1986), XVI+338 p.

DOSI, Giovanni (1988): “The Nature of the Innovative process”, in DOSI, G. et alii, *Technical Change and Economy Theory*, Londres, Pinter Publishers, 1988, pp. 221-238.

DOSI, Giovanni, FREEMAN, Christopher, NELSON, Richard, SILVERBERG, Gerald e SOETE, Luc (dir.) (1988): *Technical Change and Economy Theory*, Londres, Pinter Publishers, 1988, X+646 p.

DOSI, Giovanni e ORSENIGO, Luigi (1988): “Coordination and Transformation: an Overview of Structures, Behaviours and Change in Evolutionary Environments”, in DOSI, G. et alii, *Technical Change and Economy Theory*, Londres, Pinter Publishers, 1988, pp. 13-37.

FREEMAN, Christopher (1982): *The Economics of Industrial Innovation*, Londres, Pinter Publishers, 2ª edição, 1982 (1ª edição, 1974), VIII+250 p.

FREEMAN, Christopher (dir.) (1983): *Long Waves In the World Economy*, Londres, Pinter Publishers, 1983 (reimpressão de 1984), VIII+245 p.

FREEMAN, Christopher, (1988a): “Japan: a New National System of Innovation?”, in DOSI, Giovanni et alii, *Technical Change and Economy Theory*, Londres, Pinter Publishers, 1988, pp. 330-348.

FREEMAN, Christopher (1988b): “Technology Gaps, International Trade and the Problems of Smaller and Less-Developed Economics”, in FREEMAN, Christopher e LUNDEVALL, Bengt-Ake (dir.), *Small Countries Facing the Technological Revolution*, Londres, Pinter Publishers, 1988, pp. 67-84.

FREEMAN, Christopher, CLARK, John e SOETE, Luc (1982): *Unemployment and Technical Innovation – A Study of Long Waves and Economic Development*, Londres, Pinter Publishers, 1982, XIII+214 p.

FREEMAN, Christopher e LUNDVALL, Bengt-Ake (dir.) (1988): *Small Countries Facing the Technological Revolution*, Londres, Pinter Publishers, 1988, VII+303 p.

FREEMAN, Christopher e PEREZ, Carlota (1988): “Structural Crisis of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour” in DOSI, G. et alii, *Technical Change and Economy Theory*, Londres, Pinter Publishers, 1988, pp. 38-66.

FREEMAN, Christopher e SOETE, Luc (dir.) (1987): *Technical Change and Full Employment*, Oxford, Basil Blackwell Ltd., 1987, VIII+279 p.

NELSON, Richard (1988): “Institutions Supporting Technical Change in the United States”, in DOSI, Giovanni et alii, *Technical Change and Economy Theory*, Londres, Pinter Publishers, 1988, pp. 312-329.

NELSON, Richard R. e WINTER, Sidney G. (1977): “In Search of Useful Theory of Innovation”, *Research policy*, vol. 6, nº 1, 1977, pp. 36-76.

NELSON, Richard R. e WINTER, Sidney G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass./Londres, The Belknap Press of Harvard University Press, 1982, XIV+437 p.

PEREZ, Carlota (1983): “Structural Change and Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems”, *Futures*, vol. 15, nº 5, Outubro de 1983, pp. 357-375.

PEREZ, Carlota (1988): “New Technologies and Development”, in FREEMAN, Christopher e LUNDVALL, Bengt-Ake (dir.), *Small Countries Facing the Technological Revolution*, Londres, Pinter Publishers, 1988, pp. 85-97.

PIORE, Michael J. e SABEL, Charles F. (1984): *The Second Industrial Divide – Possibilities for Prosperity*, New York, Basic Books, 1984, IX+355 p.

ROSENBERG, Nathan (1982): *Inside the Black Box – Technology and Economics*, Londres, Cambridge University Press, 1982 (reimpressão de 1985), XII+304 p.

SAHAL, Devendra (1981): “Alternative Conceptions of Technology”, *Research Policy*, vol. 10. nº1, 1981, pp. 3-24.

WALSH, Vivien (1988): “Technology and the Competitiveness of Small Countries: a Review”, in FREEMAN, Christopher e LUNDVALL, Bengt-Ake, *Small Countries Facing the Technological Revolution*, Londres, Pinter Publishers, 1988, pp. 37-66.