



Universidade Técnica de Lisboa

Instituto Superior de Economia e Gestão

MESTRADO EM ECONOMIA MONETÁRIA E FINANCEIRA

O Papel das Tecnologias de Informação e Comunicação no Crescimento Económico: Premissas Teóricas e Evidências Empíricas

Miguel do Patrocínio Dias Fernandes

Orientação: Professor Dr. Augusto Carlos Serra Ventura Mateus

Júri:

Presidente: Licenciado Augusto Carlos Serra Ventura Mateus, professor catedrático convidado do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa;

Vogais: Doutor Joaquim José Borges Gouveia, professor catedrático do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia da Universidade de Aveiro;
Doutor Joaquim Alexandre dos Ramos Silva, professor associado com agregação do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa.

Março 2008



**THE ROLE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN ECONOMIC
GROWTH: THEORETICAL PREMISES AND EMPIRICAL FINDINGS**

Author: Miguel do Patrocínio Dias Fernandes

Master Course in: Monetary and Financial Economics

Supervisor: Professor Dr. Augusto Mateus

Date: March 2008

ABSTRACT

This dissertation provides an overview of the literature on technological change in relation to economic growth with the aim of bringing different strings of the literature together: on one hand it reviews the theory on the standard classic, structural, Keynesian, neoclassical growth models and, on the other hand, modern endogenous growth theories (that incorporate learning by doing, technology, education and monopolistic elements) and the evolutionary perspective. Once the world economy is undergoing a fundamental structural change driven by both globalization and the dissemination of information and communications technologies, this essay also analyses the emergence of a new economic paradigm derived from that impact, emphasizing the importance of information and knowledge on economic growth. This study also aims to show, either through modeling or empirical findings, that the developments intertwined with information and communication technologies, not only influence supply-side changes, but also alter the characteristics of consumption and demand side.

Keywords: economic growth, information and communication technologies, productivity, technological change, knowledge, new economic paradigm.

O PAPEL DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO CRESCIMENTO ECONÓMICO: PREMISSAS TEÓRICAS E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

Nome: Miguel do Patrocínio Dias Fernandes

Mestrado: Economia Monetária e Financeira

Orientador: Professor Dr. Augusto Mateus

Data: Março 2008

RESUMO

Esta dissertação fornece uma panorâmica global da literatura que relaciona a mudança tecnológica com o crescimento económico, com o objectivo de reunir e congregar a visão de diferentes correntes: por um lado, faz uma revisão das teorias clássicas, estruturais, Keynesianas, modelos de crescimento neoclássico e, por outro lado, aborda as modernas teorias do crescimento (que incorporam o *learning by doing*, a tecnologia, a educação e elementos monopolísticos) e a perspectiva evolucionista. Uma vez que a economia mundial está actualmente a passar por fase de mudanças estruturais fundamentais, conduzidas pela globalização e pela disseminação das tecnologias de informação e comunicação, este documento também analisa a emergência de um novo paradigma económico derivado daquele impacto, dando ênfase à importância da informação e do conhecimento no crescimento económico. Este estudo também pretende demonstrar, quer através de modelos quer através de evidências empíricas, que os desenvolvimentos relacionados com as tecnologias de informação e comunicação influenciam, não apenas as mudanças no lado da oferta, mas alteram igualmente as características do consumo e do lado da procura.

Palavras-chave: crescimento económico, tecnologias de informação e comunicação, produtividade, mudança tecnológica, conhecimento, novo paradigma económico.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	11
2. TEORIAS E MODELOS DE CRESCIMENTO ECONÓMICO: REVISÃO DA LITERATURA NUMA PERSPECTIVA TECNOLÓGICA DE EVOLUÇÃO	13
2.1. Teoria Clássica do Crescimento	13
2.2. Teorias Estruturais do Crescimento	18
2.3. O Crescimento Keynesiano	22
2.4. O Modelo de Crescimento Neoclássico	30
2.5. Teorias de Crescimento Endógeno	50
2.5.1. Primeiras Tentativas de Endogeneização da Tecnologia	50
2.5.2. A abordagem AK	52
2.5.3. Mudança Tecnológica (Inovação) Endógena	59
3. A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA ERA DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO: CARACTERÍSTICAS E IMPLICAÇÕES ECONÓMICAS	83
3.1. Mudança Tecnológica e Crescimento Económico: uma interpretação evolucionista	85
3.1.1. A modelização evolucionista e a sua influência para a Teoria do Crescimento 96	
3.1.1.1. A modelização evolucionista: principais hipóteses e modo de funcionamento	96
3.1.1.2. A influência da modelização evolucionista na Teoria do Crescimento	107
3.1.2. A importância do “estado do conhecimento” no contexto evolucionista: conhecimento tecnológico vs. competências económicas	112
3.2. Progresso Técnico Moderno: as Tecnologias de Informação e Comunicação enquanto Elemento Condutor de uma Economia Global de Procura e Potenciador de uma Sociedade da Informação e do Conhecimento	123
3.2.1. As Tecnologias de Informação e Comunicação e o Crescimento Económico: crescimento da produtividade vs. mudança estrutural	128
3.2.1.1. O argumento do “crescimento da produtividade”	130
3.2.1.2. O argumento da “mudança estrutural: o contributo das perspectivas (Neo)Schumpeterianas para a explicação de uma economia assente no conhecimento	134
3.2.2. A Importância da Disseminação das TIC para a Emergência de um Novo Paradigma Tecno-Económico numa Sociedade da Informação e do Conhecimento	147
3.2.2.1. As TIC e a Sociedade da Informação e do Conhecimento	151
3.2.2.2. As TIC e o surgimento de um Novo Paradigma Tecno-Económico: definições e características	159
4. MODELIZAÇÃO DO IMPACTO DAS TIC NO CRESCIMENTO ECONÓMICO: PREMISSAS TEÓRICAS E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS	174

4.1. O Papel das TIC enquanto Motor de Crescimento Económico e Catalizador de uma Economia do Conhecimento	174
4.1.1. O Novo Paradigma Tecno-Económico	175
4.1.2. As TIC e o desenvolvimento económico	178
4.1.2.1. Novos padrões de crescimento económico	179
4.1.2.2. Alterações nas infra-estruturas de suporte às novas tecnologias	186
4.1.3. As TIC enquanto elemento condutor do NPTE	190
4.1.3.1. As TIC enquanto elemento transformador da actividade económica	191
4.2. A difusão de TIC na União Europeia: aplicação do Modelo de Gompertz	207
4.2.1. Descrição dos dados e da metodologia	208
5. CONCLUSÃO	213
6. BIBLIOGRAFIA	215

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representação gráfica do estado da firma ("firm state") segundo Nelson e Winter	91
Figura 2 O estado da firma ("firm state"): uma visão alargada	113
Figura 3 Rotinas, Processos e Investimento	114
Figura 4 Subdivisão do "Estado do Conhecimento" em Clusters de conhecimento	116
Figura 5 Apresentação Esquemática das Actividades Económicas num Contexto Schumpeteriano	139
Figura 6 "Technology push" versus "Market Pull"	169
Figura 7 Retorno Negativo (segundo a visão tradicional da economia)	171
Figura 8 O ciclos dos retornos positivos	172

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Função Côncava de Kalecki e a Função linear de risco crescente	27
Gráfico 2 Diagrama de Solow	35
Gráfico 3 Diagrama de Solow e a Função de Produção	36
Gráfico 4 Aumento da Taxa de Investimento	37
Gráfico 5 Aumento da Taxa de Crescimento da População	38
Gráfico 6 Dinâmica de Transição	41
Gráfico 7 O Diagrama de Solow com Progresso Técnico	45
Gráfico 8 Aumento da Taxa de Investimento	46
Gráfico 9 Dinâmica de Transição associada a um Aumento da Taxa de Investimento	47
Gráfico 10 Efeito de um Aumento do Investimento no Crescimento	48
Gráfico 11 Efeito de um Aumento do Investimento no Produto	48
Gráfico 12 Aumento da Percentagem de Pessoas afectas a I&D	68
Gráfico 13 O Comportamento de \dot{A}/A ao longo do Tempo	69
Gráfico 14 O Nível da Tecnologia ao longo do Tempo	70
Gráfico 15 O Efeito no Excedente do Consumidor	81
Gráfico 16 Crescimento do PIB per capita desde 1980 (%)	175
Gráfico 17 Crescimento do Emprego no Sector empresarial	176
Gráfico 18 Crescimento da Produtividade do Trabalho (1995-99) – Taxa média de crescimento anual	176
Gráfico 19 Percentagem dos sectores intensivos em conhecimento no total do valor acrescentado (1995-1999)	177
Gráfico 20 Evolução da Produtividade Factorial total	178
Gráfico 21 Evolução dos PIB per capita na OCDE (1980-1999)	179
Gráfico 22 Contribuição das mudanças na utilização da mão-de-obra para o crescimento do PIB per capita	180
Gráfico 23 Crescimento do PIB (por hora de trabalho)	181
Gráfico 24 Níveis de instrução da população (1990-1998)	182
Gráfico 25 Economia do Conhecimento (knowledge-based economy)	183
Gráfico 26 Crescimento da PMF (em % PIB) – variação média anual de 1980-90 até 1990-99	184
Gráfico 27 Crescente importância de empregos intensivos em conhecimento	186
Gráfico 28 Intensificação da concorrência nas telecomunicações (OCDE)	187
Gráfico 29 O preço dos investimentos em TIC	188
Gráfico 30 Custos de acesso à Internet nos países da OCDE (Tarifas de acesso à Internet por 40 horas em período de ponta), Setembro de 2000	189
Gráfico 31 Custos de acesso vs difusão da Internet (OCDE)	189

Gráfico 32 Total das despesas em TIC (% do PIB) - 1999	190
Gráfico 33 Peso relativo do valor acrescentado das TIC no total do sector empresarial (%) - 1998	191
Gráfico 34 Uso das TIC vs PIB per capita	192
Gráfico 35 Comércio Electrónico na Triade (1999)	193
Gráfico 36 Transacções B2C (valor per capita) - 1999	194
Gráfico 37 Computadores por 100 pessoas (1999)	195
Gráfico 38 Subscritores de telefones móveis (% da população) - Outubro de 2000	196
Gráfico 39 Preços de SMS per 100 mensagens (1999)	197
Gráfico 40 Índice da infra-estrutura da sociedade de informação	198
Gráfico 41 Taxa de adopção de computadores pessoais por famílias (% de famílias com PC)	199
Gráfico 42 Hábitos de compra on-line entre a população adulta total	200
Gráfico 43 On-line banking (% de contas)	201
Gráfico 44 Número de servidores seguros por milhão de habitantes	202
Gráfico 45 Experiências de compras on-line - UE 15	203
Gráfico 46 Regulamentações do mercado de trabalho	204
Gráfico 47 Educação: % de escolas com acesso à Internet (2º semestre de 2000)	205
Gráfico 48 Disponibilidade de qualificações em tecnologias de informação (1999)	206

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 Teorias de crescimento Neoclássicas e do crescimento endógeno	84
Quadro 2 Teorias Evolucionistas de Crescimento	96
Quadro 3 Exemplos de classes individuais de Investimento	115
Quadro 4 Impactos Económicos das TIC: um plano dos resultados de investigação	133
Quadro 5 Agrupamentos de Tecnologias Penetrantes: sistemas e organização	143
Quadro 6: Resultados do Modelo de Gompertz (ue15) - Melhores Regressões	210
Quadro 7: Resultados do Impacto Contemporâneo da Difusão das TIC (ue15) - Melhor Regressão	211

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação não teria sido possível sem o contributo de muitas pessoas com quem tenho o privilégio de conviver no meu dia a dia e que estiveram sempre presentes no desenrolar desta caminhada, contribuindo, assim, para a concretização deste desafio.

Em primeiro lugar, uma palavra muito especial e sincera ao meu orientador, Professor Dr. Augusto Mateus que, pelo seu exemplo, amizade, extrema competência, visão e disponibilidade para apresentar sempre apreciações justas e sugestões pertinentes, contribuiu indubitavelmente para o enriquecimento deste trabalho de investigação.

Quero também agradecer a presença constante e o companheirismo permanente de um amigo que tornou esta realização possível, o Sérgio, bem como o apoio prestado pelos amigos do “turno da noite” Paulo (pelas palavras amigas e modo de ser) e Gonçalo (pela sua personalidade) e outros mais “diurnos” mas igualmente importantes e insubstituíveis como a Cátia (por ser querida e amiga), o Nuno (por ser doido e amigo), a Vânia (companheira de viagem e de “ilha”), a Sandra (por se ter tornado amiga), o Diogo (pela amizade e confiança), o Vítor (pelo seu carácter e prontidão), a Tânia (pela sua disponibilidade).

Quero agradecer igualmente ao Bruno, a amizade, a vivência e a alegria de todo um percurso lisboeta, aos companheiros do CEOC, à Eva (grande viagem!), aos suíços Cátia e ao Rui, bem como aos amigos mais “recentes”, nomeadamente o Pedro (pelo estudo da dinâmica no Algarve e pelas idas ao cinema), a Rita Lorga, o Rui, a Cecília, o Miguel, que, no seu conjunto, formaram um todo insuperável de apoio.

Todas as palavras são vãs e todos os elogios são escassos para exprimir o sentimento por uma “mestra” muito especial que, com o seu carinho contagiante e dedicação constante, entrou na minha vida e transformou-a em algo magnífico, e com o seu sorriso, apoio e presença insofismáveis, adocicou a minha inspiração e elevou a minha vontade...Define Rita?...Amor... *‘It’s a beautiful day for u, 2’!*

Por fim queria dedicar esta tese a duas pessoas que simbolizam tudo o que há de melhor neste mundo e que, com os seus exemplos de carácter, dedicação e amor, me educaram e me ensinaram a viver. Para a ternurenta Mamã Jovénia e para o fantástico Pai José um Obrigado incalculável, e a certeza infinita de que a vossa existência confere à minha felicidade um carácter de tradução de sonhos em realidade....Bem Hajam!



1. INTRODUÇÃO

O mundo é composto por economias de diferentes formas e tamanhos. Existem países ricos e países pobres. Certos países crescem rapidamente e outros nem por isso...Porquê? Qual é afinal o motor do crescimento económico?

Uma vez que se relaciona com a riqueza das nações e das pessoas no longo prazo, a problemática do crescimento económico – as suas fontes, formas e efeitos – tem estado na agenda da análise económica desde os economistas clássicos como Smith ou Ricardo até aos pensadores mais recentes, com a tónica a ser dada ao papel do progresso tecnológico enquanto elemento potenciador de melhores economias.

Num mundo actual, caracterizado por rápidas mudanças económicas e sociais que, por conseguinte, exigem capacidade de adaptação e competências para realizar os ajustamentos necessários, as questões do crescimento e do impacto da evolução tecnológica ganham acrescidos contornos de interesse, nomeadamente com o desenvolvimento e difusão das tecnologias de informação e comunicação, frequentemente associada a economias assentes no conhecimento e à emergência de um novo paradigma social, tecnológico e económico.

O objectivo primordial da presente dissertação é, assim, o de aquilatar a importância que as tecnologias de informação e comunicação possuem na explicação do crescimento económico, procurando partir de modelos teóricos para encontrar resultados empiricamente apreensíveis, que permitam confirmar ou não a existência de mudança estrutural, para além de aumentos de produtividade, resultante da disseminação daquelas novas tecnologias, caracterizada pela importância dada ao conhecimento e à informação enquanto condições de sucesso económico.

Para este propósito, começou-se por fazer uma análise histórica e teórica do modo como a tecnologia tem sido abordada ao longo do tempo, enquanto fonte de crescimento económico, para, por um lado, compreender melhor o próprio processo de crescimento e, por outro lado, aferir as diferenças e evoluções de análise no tratamento da mudança tecnológica, começando nos autores Clássicos, Estruturais e Keynesianos, passando pelas teorias de crescimento Neoclássico, até às Teorias de Crescimento Endógeno, que culminam com uma apresentação do modelo de Romer (1990).

Posteriormente, no Capítulo 3, é apresentada, numa primeira fase, uma interpretação dos autores evolucionistas sobre a mudança tecnológica, acompanhada das principais críticas que aquele grupo de economistas realizou relativamente à chamada “teoria ortodoxa”, procurando perceber o seu contributo para as Teorias do Crescimento, por um lado, e destacar a importância por eles conferida ao conhecimento e a conceitos como novo paradigma tecnológico, por outro.

Numa segunda fase, e directamente relacionada com a anterior, tenta-se concretizar a relação entre as tecnologias de informação e comunicação e o crescimento económico, questionando-se se a mesma passa apenas por aumentos de produtividade ou também por uma mudança estrutural, destacando, neste contexto o contributo das perspectivas (Neo)Schumpeterianas para a explicação de uma economia assente no conhecimento. Daqui surge, então, a importância da difusão das tecnologias de informação e comunicação para a emergência de um novo paradigma tecno-económico contextualizado numa sociedade global que privilegia, cada vez mais, a informação e o conhecimento.

Finalmente, no Capítulo 5, procura-se a constatação da realidade como forma de corroborar ou interrogar as premissas entretanto avançadas, tentando modelizar o impacto da difusão das tecnologias de informação e comunicação num conjunto de indicadores económicos e sociais.

É tudo isto que nos propomos fazer de uma forma encadeada....

*“It is not the strongest of the species that survive, nor the most intelligent,
but the ones most responsive to change.”*

— Charles Darwin

2. TEORIAS E MODELOS DE CRESCIMENTO ECONÓMICO: REVISÃO DA LITERATURA NUMA PERSPECTIVA TECNOLÓGICA DE EVOLUÇÃO

O crescimento económico de um determinado país, região ou cidade corresponde ao aumento sustentado do bem-estar dessa economia, conjugado com mudanças estruturais na sua estrutura industrial, saúde pública, literacia, demografia e distribuição do rendimento (Quah, 2001b). No longo prazo, à medida que este acréscimo de desempenho económico evolui, também se alteram as normas sociais, políticas e culturais, consubstanciando uma mudança profunda e multidimensional da sociedade onde ele ocorre. Assim, medir o crescimento económico não é mais do que quantificar aquele aumento do bem-estar e conferir uma precisão numérica às referidas alterações económicas e sociais de grande escala.

A história da medição do crescimento económico tem-se caracterizado por permanentes iterações com a teorização económica, conduzindo a melhorias na exactidão e relevância dos dados sobre o crescimento, a hipóteses sobre as origens críticas do crescimento económico, bem como à explicação de mudanças profundas na estrutura das economias nacionais. Por exemplo a Produtividade Total dos Factores, que há alguns anos era considerada uma medida residual que deveria ser minimizada, foi reinterpretada e emergiu como uma componente fundamental do crescimento económico.

Neste ponto, procura-se fazer um levantamento de um conjunto de factos respeitantes à medição do crescimento económico, tentando documentar o modo como os mesmos têm evoluído ao longo do tempo, como forma de ilustrar a relação de reciprocidade e de causa-efeito principalmente entre as várias linhas de investigação, medição e de teorização existentes sobre a temática do crescimento económico, procurando destacar o crescente reconhecimento do papel da tecnologia nesse processo.

2.1. TEORIA CLÁSSICA DO CRESCIMENTO

Quando **Adam Smith** escreveu o seu famoso tratado em 1776 denominou-o de "*An Inquiry into Nature and Causes of the Wealth of Nations*", parecendo indicar que a sua primeira preocupação dizia respeito ao *crescimento* económico. Desta forma, Smith destacou-se do sistema Cantillon-Fisiocrático, concentrado no equilíbrio natural de fluxos circulares, e fez retornar à economia aquele que tinha sido o conceito querido dos Mercantilistas.

Smith concebeu um modelo de crescimento orientado para lado da oferta, suportado pela mais simples das funções de produção: $Y = f(L, K, T)$, onde Y - representa o produto, K - o capital, L - o trabalho e T - a terra, ou seja, onde o produto aparece relacionado com os inputs do trabalho, capital e terra. Consequentemente, o crescimento do produto (g_Y) depende o crescimento da população (g_L), do investimento (g_K), da terra (g_T), e de aumento na produtividade global (g_f), isto é: $g_Y = \phi(g_f, g_K, g_L, g_T)$.

Smith propôs um crescimento endógeno da população, na medida em que dependia da capacidade disponível para acomodar a crescente força de trabalho. O investimento era igualmente endógeno no sentido em que era determinado pelas taxas de poupança (a maioria de capitalistas); o crescimento da terra estava dependente da conquista de novas terras (por exemplo, via colonização) ou de melhoramentos tecnológicos na fertilização das terras antigas. Por sua vez, o progresso tecnológico podia também aumentar o crescimento em termos globais, como atesta a célebre tese de Smith sobre o facto da divisão do trabalho (especialização) melhorar o crescimento.

Com efeito, o autor encarava as melhorias nas máquinas e equipamentos e o comércio internacional como os motores do crescimento, na medida em que facilitavam uma maior especialização. Smith acreditava que a divisão do trabalho estava limitada pela extensão do mercado, apresentando assim um argumento de economias de escala. Deste modo, como para Smith, a divisão do trabalho fazia aumentar o produto (aumentava a extensão do mercado), induzia também a possibilidade de uma maior divisão, mais trabalho e, assim, de um maior crescimento, fazendo com que o autor defendesse que o crescimento era auto-sustentado pelo facto de exibir rendimentos crescentes à escala.

Por outro lado, uma vez que eram as poupanças dos capitalistas que criavam investimento e, por conseguinte, crescimento, Smith encarava a distribuição dos rendimentos como um dos mais importantes determinantes do ritmo de crescimento de uma nação. No entanto, as poupanças eram, em parte, determinadas pelos lucros do capital já que, para Smith, à medida que o stock de capital de um determinado país aumentava, os lucros baixavam, não devido à produtividade marginal decrescente, mas sim devido à competição entre os capitalistas por trabalhadores, a qual fazia aumentar os salários. Desta forma, baixar o nível de vida dos trabalhadores constituía, igualmente, outra forma de manter ou melhorar o crescimento, ainda que o efeito contrário fosse o de reduzir o crescimento da oferta de trabalho.

Apesar dos rendimentos crescentes, Smith não encarava o crescimento como algo que crescia eternamente, apresentando um limite superior e um limite inferior sob a forma de “*steady state*”, no qual o crescimento da população e a acumulação de capital eram nulos.

Este modelo de crescimento de Smith permaneceu como modelo predominante do Crescimento Clássico durante largos anos, até que, em 1817, **David Ricardo**¹ o modificou, fazendo incluir rendimentos decrescentes para o factor terra. O crescimento do produto requeria o crescimento dos inputs dos factores mas, ao contrário do trabalho, a terra, para Ricardo, era “variável na qualidade e fixa na oferta”, o que significava que, para que o crescimento se processasse normalmente, mais terra tinha que ser cultivada já que não podia ser “criada”. O assumir deste pressuposto teve dois efeitos em termos de crescimento: em primeiro lugar, o crescente aumento das rendas dos donos das terras ao longo do tempo (devido à oferta limitada de terra) afectava os lucros dos capitalistas; em segundo lugar, os bens salariais (oriundos da agricultura) veriam aumentar o seu preço ao longo do tempo, o que afectava os mesmos lucros na medida que os trabalhadores requereriam salários mais elevados. Assim sendo, Ricardo, introduziu um limite mais rápido para o crescimento, do que aquele permitido por Smith, embora o autor afirmasse, numa primeira fase, que este declínio podia ser compensado por melhoramentos tecnológicos nas máquinas (ainda que com produtividades decrescentes) e pela especialização advinda do comércio. Contudo, na terceira edição da mesma obra, Ricardo alterou a sua posição acerca das máquinas, afirmando que as máquinas substituíam o trabalho e que este, uma vez libertado, podia não ser absorvido noutra lugar (já que o capital não era simultaneamente libertado), o que colocava uma pressão de baixa nos salários e diminuía o rendimento do trabalho. Para que o trabalho extra fosse absorvido sem este efeito, a taxa de acumulação do capital tinha que ser aumentada, muito embora, não existisse nenhum mecanismo óbvio para que tal acontecesse, particularmente, dada a tendência descrita acima para os lucros e as poupanças diminuírem ao longo do tempo.

Embora o retrato de Ricardo fosse um pouco mais pessimista do que o de Smith, a fotografia mais sombria foi apresentada por T.R. **Malthus** (1798)², com a ideia de que o crescimento da população não era facilmente controlável e que por isso iria ultrapassar o crescimento, causando cada vez mais miséria por toda a parte. Por seu turno, John Stuart **Mill** aperfeiçoou ligeiramente o trabalho de Ricardo, dando ênfase à necessidade de

¹ In “*On the Principles of Political Economy and Taxation*”, 1817.

² In “*An Essay on the Principle of Population*”, 1798.

controlar o crescimento da população e de “travar” o decréscimo do crescimento, encarando os estados estacionários como algo óptimo de alcançar.

Karl **Marx** veio modificar, uma vez mais, a perspectiva Clássica, alcançando algo fundamental para a “moderna” teoria do crescimento, ao fornecer, através do seu famoso esquema de reprodução, provavelmente, a formulação mais rigorosa (até à data) de um modelo de crescimento, e fê-lo num contexto multi-sectorial, apresentando, entre outros aspectos, o conceito de equilíbrio de crescimento (“*steady state*”). Marx distinguiu-se dos outros autores Clássicos, nomeadamente de Smith e Ricardo, já que não acreditava que a oferta de trabalho fosse endógena aos salários. Assim, o autor defendia que aqueles fossem determinados, não por necessidade ou por factores naturais/culturais, mas sim pela negociação entre capitalistas e trabalhadores, sendo este processo influenciado pela quantidade de trabalhadores desempregados na economia (uma espécie de “*reserve army of labor*”, como ele o define).

Por outro lado, Marx encarava os lucros e o “instinto natural” (“*raw instinct*”) como determinantes das poupanças e da acumulação de capital, pelo que para o autor, ao contrário de Smith, uma taxa decrescente dos lucros não contribuía para a acumulação do capital nem para o atingir do estado estacionário, mas funcionava sim como móbil para os capitalistas reduzirem ainda mais os salários e aumentarem a miséria do trabalho.

Tal como os Clássicos, Marx acreditava na existência de uma taxa decrescente no longo prazo, mas a mesma não derivava da crescente competição salarial (como em Smith), nem da produtividade marginal decrescente da terra (como em Ricardo), mas sim da crescente composição orgânica do capital. Marx definiu a “composição orgânica do capital” como o rácio entre o que ele chamou de *capital constante* e o *capital variável*. De notar que o capital constante não corresponde ao que actualmente se designa por capital fixo, estando mais ligado ao conceito de capital circulante como as matérias-primas, etc. O “capital variável de Marx é definido como progressos no trabalho, isto é, pagamentos salariais totais, assumindo a seguinte forma: $v = wL$ (onde w – representa os salários e L – representa a força de trabalho empregue). Marx afirmava que a taxa de lucro era definida por $r = s/(v+c)$, onde r – representa a taxa de lucro, s – o excedente, e $(v+c)$ – representam os avanços totais do capital (constante e variável). O excedente (s) corresponde à parte do output total que é produzida para além dos avanços totais, ou seja, $s = y - (v+c)$. Neste contexto, torna-se conveniente chamar à atenção para o facto de Marx entender que apenas o trabalho produz

valor do excedente, questão esta que se viria a tornar, mais tarde, um forte ponto de debate entre os NeoRicardiannos e os Neo-Marxistas.

Marx chamava ao rácio, entre o excedente e o capital variável (s/v), *taxa de exploração* (excedente produzido por cada unidade monetária dispendida com a força de trabalho). Por outro lado, o autor referia-se ao rácio entre o capital constante e o capital variável (c/v), como a *composição orgânica do capital*, que podia ser vista como uma espécie de rácio capital-trabalho. De notar que, dividindo o numerador e o denominador da taxa de lucro pelo capital variável (v), obtém-se: $r = (s/v) * [v/(v+c)]$, pelo que a taxa de lucro pode ser expressa como uma função positiva da taxa de exploração (s/v) e como função negativa da composição orgânica do capital (c/v). Posteriormente, Marx argumentou que a taxa de exploração tenderia a ser fixa, enquanto a composição orgânica do capital tenderia a aumentar ao longo do tempo e, deste modo, a taxa de lucro possuía uma tendência para diminuir³.

Mas este declínio em “ r ” é temporário, uma vez que existem forças em acção que irão restaurar a taxa de lucro. Enquanto que para Cantillon, Smith e outros, um aumento nos salários induzia um crescimento da população, que alargaria o mercado de trabalho e faria baixar os salários outra vez, para Marx os salários são definidos por negociação no mercado de trabalho, pelo que não existe qualquer oferta suplementar de trabalho a ser encorajada por salários elevados. Para este autor, os capitalistas poderiam aumentar a sua taxa de lucro através da introdução de máquinas e equipamentos na produção, “libertando” assim de força de trabalho para o desemprego. Este processo acarretava dois efeitos: em primeiro lugar, v diminui porque a força de trabalho (L) é libertada, mas, paralelamente, o emprego de máquinas implica que o capital constante (c) aumenta, o que faz com que o rácio c/v permaneça constante; em segundo lugar, a expansão dos desempregados (“*reserve army of labor*”) irá, *per si*, influenciar o processo de negociação laboral e reduzir os salários para o nível de subsistência, pelo que v diminui ainda mais, fazendo com que, em termos globais, o efeito líquido de uma tecnologia “poupadora” de força de trabalho seja o de aumentar o rácio c/v , isto é, de reduzir a taxa de lucro. Uma forma de impedir esta diminuição de r seria

³ A lógica de raciocínio que está por detrás desta afirmação pode ser explicada do seguinte modo. Assuma-se, por hipótese, uma economia estática (sem crescimento da oferta de trabalho). À medida que o excedente aparece para os capitalistas e, necessariamente, estes investem-no na expansão da produção, o produto irá aumentar ao longo do tempo, enquanto a oferta de trabalho permanece constante. Assim, o mercado de trabalho torna-se cada vez mais escasso e os salários irão aumentar e, portanto, $v(=wL)$ aumenta e r diminui.

aumentar a taxa de exploração para que o capital variável diminua relativamente ao capital constante, o que, para Marx, dependia da imaginação do capitalista.

Quer o progresso tecnológico, sob a forma de máquinas e equipamentos, quer a divisão do trabalho, não eram fórmulas completamente vantajosas de aumentar o crescimento, daí que Marx retomasse a ideia de Ricardo de que as máquinas, apesar de “poupadoras de trabalho”, conduzem a um ajustamento desproporcional: a taxa de libertação da força de trabalho não acompanha a taxa de reabsorção desse trabalho, pelo que tende a existir um “desemprego tecnológico” que pode ser utilizado para baixar os salários. Por outro lado, as melhorias tecnológicas constituem, igualmente, um modo à disposição dos capitalistas para exercerem poder sobre a força de trabalho, simplesmente, pela ameaça de mecanização. Por seu turno, Marx, era da opinião que a divisão do trabalho era uma forma de gerar a “alienação” das classes trabalhadoras e, deste modo, de as tornar mais dependentes do processo de produção, reduzindo, assim, a posição negocial do trabalho.

Marx defendia que existiam limites sociais para a extensão do aumento da taxa de exploração por parte dos capitalistas, mas que não existia qualquer limite ao crescimento da composição orgânica do capital, pelo que o autor vislumbrava uma competição cada vez mais acérrima entre os capitalistas pelo lucro cada vez menor, até ao ponto em que ocorresse uma crise, na qual as grandes empresas comprariam as pequenas empresas a taxas mais baixas, diminuindo assim o número de empresas, e contribuindo para uma maior concentração do capital. Esta tendência para o capital estar concentrado em cada vez menos mãos, combinada com a grande miséria do trabalho, culminaria, segundo Marx, em crises ainda maiores, que destruiriam o capitalismo como um todo.

2.2. TEORIAS ESTRUTURAIS DO CRESCIMENTO

A visão temível de Marx apresentada *supra* não se propagou para outros autores posteriores. A preocupação com o crescimento passou a estar confinada às escolas históricas inglesas e alemãs, embora estes pensadores muitas vezes se limitassem a melhorar a coleção de factos da história económica –explorando, por exemplo, as raízes institucionais e culturais da produtividade e das alterações nos factores (com especial atenção para o crescimento da população e para os hábitos sócio-culturais que induziam a acumulação do capital) -, mas a essência do seu sistema não acrescentava muito à teoria Clássica. Também os institucionalistas americanos não foram muito para além disto, embora os seus extensos esforços empíricos na medição de *business cycles* e de rendimentos nacionais, possam ter

despertado um novo interesse para o fenómeno do crescimento, tendo em Simon **Kuznets**, um instrumento fundamental neste processo.

Não obstante, nos anos 20 e 30, emergiram três conjuntos de teorias, que representavam progressos substanciais em relação à teoria Clássica, derivando todas elas, em boa medida, do esquema teórico de Karl Marx, e que abordavam, especificamente, dois temas concretos: (i) que a economia deveria ser considerada explicitamente na sua estrutura multi-sectorial desagregada; (ii) o conceito de trajectória de crescimento para o equilíbrio (“*steady-state*”) deve ser introduzido como um ponto de referência para uma economia daquele tipo.

A primeira daquelas teorias “estruturais” foi introduzida por Joseph A. **Schumpeter** (1911), e desenvolvida em obras posteriores⁴, que apresentou um sistema também orientado para a oferta, em que o grande motor do crescimento era o aumento da oferta dos factores. A diferença schumpeteriana, contudo, residia no retomar da preocupação de Smith relativa ao empresário, mas agora encarando-o como um agente inovador que melhorava o crescimento através de uma combinação eficiente dos recursos, da adopção de melhorias técnicas nas máquinas e da condução da divisão do trabalho.

O ponto de partida de Schumpeter é o “*steady-state*”, ou melhor, uma economia suavemente em expansão. Ao contrário de Smith, o seu crescimento da população era exógeno e a sua taxa de poupança era relativamente constante, ou, no melhor dos casos, um factor residual e não condutor do crescimento, já que o autor não estava particularmente preocupado com a distribuição. Na visão de Schumpeter, o elemento condutor do crescimento eram as alterações descontínuas que ocorriam no ambiente económico, as quais poderiam resultar de uma variedade de aspectos como, por exemplo, a descoberta de novas ofertas de factores, mas acima de tudo da inovação empresarial.

As inovações levadas a cabo pelo empresário empreendedor conduziam o desenvolvimento, mas a sua motivação, tal como Marx tinha argumentado, era o “instinto natural”, onde a riqueza derivada dos lucros era apenas um índice desse instinto. A inovação, novamente à semelhança de Marx, não era totalmente exógena; pelo contrário, a competição por pequenos lucros induzia os empresários a inovar, enquanto que períodos sem competição e com elevados lucros, significavam um travão na taxa de inovação.

⁴ Nomeadamente, Schumpeter (1939) e Schumpeter (1942).

Na prática tudo funcionava, para o autor, num conjunto de iterações sequenciais. A partir de uma economia estável, a ocorrência de uma inovação técnica levada a cabo por um determinado empresário (empreendedor) abria um leque de possibilidades de obtenção de lucro e, portanto, mais empresários eram instigados a inovar, aumentando assim os lucros da economia como um todo e, por esse meio, conduzindo ao crescimento. No entanto, como a oferta de empresários, em qualquer geração, era numericamente limitada, os capitalistas viravam-se uns contra os outros e competiam pelos lucros existentes. Deste modo, os lucros começavam a cair e a economia a abrandar, ainda que este declínio induzisse aqueles com maiores inclinações empreendedoras, uma vez mais, a inovar.

Esta teoria poderia ser encarada mais como uma teoria de ciclo (*cycle theory*) do como uma teoria de crescimento (*growth theory*), mas Schumpeter afirmava que existiam efeitos de engrenagem na inovação, de tal forma que as subidas da actividade económica derivadas do empreendedorismo conduziam, progressivamente, a níveis mais elevados de rendimento. E, ao contrário de Ricardo, não existia qualquer necessidade de abrandamento no longo prazo já que, para Schumpeter, não se verificavam rendimentos decrescentes para a inovação. O único motivo de abrandamento prendia-se com o facto de todos os empresários empreendedores de uma geração poderem estar já “gastos”.

Schumpeter preconizava, igualmente, a existência de pré-condições institucionais para a inovação, tais como um sistema capitalista (propriedade privada das propriedades) e a disponibilidade de crédito em abundância. À semelhança de Wicksell, Schumpeter abandonou a Lei de Say⁵, afirmando que o crédito tornava as actividades presentes independentes das actividades passadas e, deste modo, possibilitava o empreendedorismo. Por este motivo, uma vez que a inovação empreendedora poderia ser limitada pela falta de crédito, a inovação financeira passou a ser um factor importante no catapultar do crescimento.

Muito embora Schumpeter não concebesse rendimentos decrescentes para a inovação, a sua teoria possuía elementos de longo prazo que originavam um abrandamento do crescimento, e que assentavam em mudanças sócio-culturais: (i) uma empresa podia crescer até ao ponto em que a sua função empresarial empreendedora fosse substituída por gestores burocráticos e menos aptos a inovar; (ii) o crescimento tornava conhecidas as economias de escala e podia levar a uma permanentemente elevada concentração industrial e a elevados lucros,

⁵ A Lei de Say afirma que a procura total de uma economia não pode exceder, ou ficar aquém, do total da oferta dessa economia. Mais tarde, James Mill “redefiniu” esta Lei afirmando que “a oferta cria a sua própria procura”.

que, lembre-se, eram um travão à inovação; (iii) a actividade empresarial seria progressivamente vista como “má” uma vez que o capitalismo levava a uma diminuição das relações familiares e sociais e alienava a burguesia, para além de ser particularmente “mal visto” por parte dos intelectuais altamente influentes na opinião pública. Esta visão negativa do empreendedorismo viria a influenciar a diminuição da oferta de empresários empreendedores e a afastar as aspirações de dinastia que, muitas vezes, estão por trás dos instintos naturais dos empresários.

O conceito de “*steady-state*” era ainda primitivo em Schumpeter, tendo-lhe sido conferida maior precisão no segundo conjunto de teorias, e que dizem respeito às teorias de crescimento equilibrado multi-sectorial, de Gustav Cassel e de John von Neumann. Quer Cassel (1918) quer von Neumann (1937) apresentaram modelos de crescimento com um carácter semelhante, em muitos aspectos, ao esquema de reprodução de Marx, mas diferindo daquele na ausência de crise, tendo sido, provavelmente mais inspirados pela teoria de equilíbrio geral de Walras (1874), que também se referiu ao crescimento de equilíbrio na sua teoria do capital.

Von Neumann, em particular, seguiu a ideia Clássica de que o excedente era determinante para o crescimento, mas, ao contrário dos Clássicos, não se preocupou com quaisquer diminuições nas taxas de lucro, mas sim com a formalização do crescimento de equilíbrio, sem fazer nenhuma referência às restrições clássicas⁶ que poderiam fazer diminuir o excedente e trazer a economia para um estado estacionário sem crescimento⁷.

Assim sendo, os modelos dinâmicos de Cassel e von Neumann contemplaram uma taxa de crescimento de equilíbrio, que os autores viam como perpétua e constante, para além de identificarem uma “*Golden Rule*” já implícita nos trabalhos dos autores Clássicos, de Schumpeter e Walras: a taxa de crescimento era idêntica à taxa de lucro.

Finalmente, o último conjunto de teorias do crescimento que emergiram nos anos 20 e nos anos 30 diz respeito às teorias “estruturais” do crescimento, desenvolvidas pelo economista soviético Grigori Fel'dman (1928) e pela *Kiel School*⁸ - nomeadamente pelos trabalhos de

⁶ Relacionadas com a terra, ou com alterações na fertilidade, ou ainda com o comportamento empreendedor

⁷ De certa maneira, isto pode ser explicado pelo facto de von Neumann ser um matemático que, como tal, se abstraía das considerações sociais que caracterizavam as teorias clássicas.

⁸ A Kiel School refere-se ao grupo de economistas reformistas alemães afectos ao Kiel Institute of World Economics, durante o período entre guerras. Fundado em 1914 por Bernhard Harms, o Kiel Institute foi dirigido por Adolph Lowe de 1926 a 1931. Os seus companheiros de investigação incluíam Hans Neisser, Jacob Marschak, Gerhard Colm and Wassily Leontief. A Kiel School foi desmantelada depois da subida de Hitler ao poder, e os seus membros ficaram dispersos, com muitos dos seus principais elementos a reunirem-se na New

Lowe (1954, 1976), **Lederer** (1931), **Neisser** (1942) e **Leontief** (1941) -, que retomaram a história precisamente onde Cassel e von Neumann a tinham abandonado. Este conjunto de autores está mais explicitamente relacionado com a teoria de Marx, em particular, no que concerne ao esquema de reprodução e ao seu reconhecimento do desemprego tecnológico.

A *Kiel School* estava particularmente interessada no que acontecia fora da trajectória de equilíbrio, elegendo a mudança tecnológica como a variável crucial que conduzia, constantemente, a aumentos na taxa de retorno do capital e, por conseguinte, a um maior investimento - a diferença estava no facto do crescimento daí resultante não ser estável mas sim desproporcional. Por exemplo, após a ocorrência de progresso técnico, o produto do sector dos bens de investimento aumentava, enquanto o produto das indústrias dos bens de consumo atrasava-se, levando a alterações nos preços relativos durante o processo de ajustamento, as quais, para este grupo de autores, poderiam levar ao desemprego tecnológico em certas indústrias (como a dos bens de consumo) enquanto o crescimento prosseguia a grande velocidade noutras. Na prática existia uma “corrida” entre a deslocação de trabalho nalguns sectores e a taxa de absorção de trabalho noutros, derivada da acumulação do capital (Neisser, 1942).

É de notar que as “receitas tradicionais” para combater o desemprego, como a diminuição dos salários ou o estímulo da procura, não iriam afectar o problema do desemprego tecnológico, já que estas eram medidas agregadas, não destinadas a problemas sectoriais específicos, como se depreende das palavras de Lederer: *“The primitive conception that, whenever unemployment exists one could always restore equilibrium by a reduction in wages belongs into the junk-room of theory”* (Lederer, 1931, p.32).

2.3. O CRESCIMENTO KEYNESIANO

Os empresários heróicos de Schumpeter são recuperados, ainda que de uma forma menos heróica, por **Keynes** (1936), na sua Teoria Geral, passando o investimento a estar contingente, no sistema keynesiano, às finanças e aos *“animal spirits”* dos empresários.

Keynes (1936) procurou desenvolver uma teoria que pudesse explicar a determinação do produto agregado e, por consequência, do emprego, elegendo a procura agregada como o factor determinante desse processo. Entre os conceitos revolucionários introduzidos por

School for Social Research em Nova Iorque, onde formaram o Institute of World Affairs, com o objectivo de continuarem o seu programa de investigação anterior à 2ª Grande Guerra.

Keynes (1936) estava o conceito de equilíbrio determinado pela procura (no qual o desemprego era possível), bem como outros tais como: a ineficácia da flexibilidade dos preços no combate ao desemprego, uma teoria única sobre o dinheiro baseada na “preferência de liquidez”, a introdução de incerteza e de expectativas radicais, a eficiência marginal do investimento (que representa uma quebra na Lei de Say, para além de inverter a relação causal poupança-investimento), a possibilidade de utilizar políticas públicas fiscais e monetárias para ajudar a eliminar as recessões e os *booms* económicos. Deste modo, Keynes (1936) construiu as relações e as ideias fundamentais do que se passou a designar por “macroeconomia”.

Não obstante, o que é facto é que Keynes não estendeu a sua teoria de equilíbrio determinado pela procura para se assumir como uma teoria de crescimento, o que acabou por ser explorado pelos Keynesianos de Cambridge. O primeiro autor a apresentar uma extensão foi Sir Roy F. **Harrod** (1939) que, conjuntamente com Evsey **Domar** (1957), introduziu o modelo de crescimento “Harrod-Domar”. Recorde-se que, segundo Keynes, o investimento é um dos determinantes da procura agregada e esta, por sua vez, está relacionada com o produto (ou oferta agregada) via multiplicador, pelo que, se for feita uma abstracção de todos os outros componentes, é possível escrever o equilíbrio no mercado de bens tal que: $Y = (1/s)I$, onde Y – representa o rendimento, I – o investimento, s – a propensão marginal a poupar (pelo que o multiplicador é $1/s$). Contudo, Harrod e Domar, salientam que o investimento aumenta a capacidade produtiva de uma economia o que, *per se*, pode alterar o equilíbrio do mercado de bens e serviços.

Para que se atinja o crescimento de equilíbrio, usando a linguagem de Harrod (1939) e Domar (1957), a procura agregada tem que crescer ao mesmo ritmo que capacidade produtiva da economia. Neste sentido, o rácio investimento-produto (I/Y), pode ser expresso como $(I/K)(K/Y)$, em que I/K – diz respeito à taxa de acumulação do capital e K/Y – representa o rácio capital-produto (designado por v). Assim sendo, a taxa de acumulação do capital (I/K) corresponde à taxa de crescimento da capacidade (designada por g), pelo que o “*steady-state*” acontece quando: $I/K = (dY/dt)/Y = g$ (ou seja, quando a taxa de acumulação do capital/crescimento da capacidade, I/K , e a taxa real de crescimento do produto, $(dY/dt)/Y$, correspondem à mesma taxa, g . Em conformidade, e procedendo a simples substituições, tem-se que: $I/Y = (I/K)(K/Y) = gv$.

Recorde-se o equilíbrio no mercado de bens com base do “termo do multiplicador”, isto é, $Y = (1/s)I$, o qual pode ser reescrito como $I/Y = s$. Deste modo, a condição para o

crescimento do crescimento de equilíbrio para o pleno emprego é: $gv = s$, ou simplesmente, $g = s/v$, pelo que, por conseguinte, s/v pode ser entendido como a “taxa de crescimento garantida” do produto.

Todavia, Harrod e Domar consideraram, originalmente s e v como constantes, determinadas pelas estruturas institucionais, o que deu origem ao conhecido “*knife-edge*” Harrodiano: se o crescimento actual é mais lento que a taxa de crescimento garantida, tal significa está a ser criada capacidade em excesso, ou seja, que o crescimento da capacidade produtiva de uma economia está a ultrapassar o crescimento da procura agregada. Por seu turno, este excesso de capacidade irá induzir as empresas a investir menos, o que provocará uma nova redução no crescimento da procura, fazendo com que, no período seguinte, seja gerado um excesso de capacidade ainda maior.

De modo similar, se o crescimento actual for superior à taxa de crescimento garantida, então o crescimento da procura está a ultrapassar a capacidade produtiva da economia, fazendo com que os empresários, dada a insuficiente capacidade, tentem aumentá-la através do investimento; só que este procedimento representa um aumento da procura, o que vem agravar ainda mais a situação. Com a procura a estar, sempre, um passo à frente da oferta, o modelo Harrod-Domar garante que, caso o crescimento da procura e o do produto não se façam à mesma taxa (isto é, com a procura a crescer à taxa garantida), a economia irá crescer ou sucumbir indefinidamente. O referido “*knife-edge*” (Harrod, 1939), significa então que a trajectória de crescimento de equilíbrio é instável e que a única trajectória estável de crescimento (o “*knife-edge*”) ocorre quando a taxa de crescimento real iguala, permanentemente, o rácio s/v . Qualquer choque ligeiro, que origine o desvio do crescimento real desta trajectória assegura o não retorno à mesma e o maior afastamento da mesma.

Coube a Nicholas Kaldor (1954, 1957) tornear esta ideia ao propor que a poupança fosse uma variável que saltava (“*jump variable*”) para o valor necessário, de forma a trazer a taxa de crescimento actual de volta à trajectória garantida, utilizando para justificar este raciocínio, algumas considerações Clássicas relativas à distribuição de rendimentos com duas classes: os capitalistas (que poupam uma percentagem dos seus lucros) e os trabalhadores (que poupam a partir dos salários). Em concomitância, se s for a propensão a poupar dos capitalistas e s' a dos trabalhadores, a poupança total (S) será: $S = sP + s'W$, onde P são os lucros e W os salários. Naturalmente, $W + P = Y$, ou seja, o rendimento total é formado por lucros e salários, pelo que $W = Y - P$. Uma vez que se assume que os capitalistas poupam mais que

os trabalhadores ($s > s'$), a poupança está, como é óbvio, relacionada positivamente com o peso relativo dos lucros no rendimento (P/Y).

Para que o equilíbrio no mercado dos bens ocorra, o investimento tem que ser igual à poupança ($I = S$) – (Kaldor, 1957). E, seguindo o axioma keynesiano segundo o qual o investimento é independente, então é o investimento que determina a poupança, ou, por outras palavras, é a procura agregada que determina a oferta agregada. No entanto, uma vez que os lucros estão positivamente relacionados com a poupança, então, por substituição obtém-se $I = sP + s'(Y - P)$, que por simples manipulações matemáticas pode assumir a forma de: $P/Y = [1/(s-s')](I/Y) - s'/s-s'$ (Kaldor, 1957), ou seja, dadas as propensões marginais a poupar de cada classe, o peso relativo dos lucros no rendimento depende apenas da decisão de investimento. Naturalmente, quanto maior o investimento, maior é a fatia que os lucros retiram do rendimento.

Se assumirmos que os trabalhadores não poupam ($s' = 0$), rapidamente se chega à conclusão que: $P/Y = (1/s)I/Y$, onde P/Y depende de I/Y . De notar que este resultado é reminiscente do conhecido comentário de Keynes ("widow's cruse"): "*However much of profits entrepreneurs spend on consumption, the increment of wealth belonging to the entrepreneurs remains the same as before. Thus, profits, as a source of capital increment for entrepreneurs, are a widow's cruse which remains undepleted, however much be devoted to riotous living*" (J.M.Keynes, Treatise on Money, 1930, p.139). Ou seja, qualquer tentativa que os capitalistas façam para aumentar o seu consumo (e assim reduzir a sua poupança) resultará tão-somente num aumento dos lucros, o que fará com as poupanças recuperem do declínio inicial. Este resultado remete-nos para o adágio de Kalecki segundo o qual "os capitalistas ganham aquilo que gastam e os trabalhadores gastam aquilo que ganham" (Kaldor, 1955).

O que é que acontece se o mercado de bens não estiver em equilíbrio? Suponha-se que existe um excesso de procura de bens tal que: $I > S$. Então, o investimento gerou um nível de lucros muito baixo para o equilíbrio, ou seja, os capitalistas não pouparam o suficiente e, por conseguinte, à medida que a pressão se coloca no mercado de bens, os preços irão aumentar (assumindo os salários constantes), os salários reais irão diminuir, fazendo aumentar a percentagem dos lucros no rendimento. Deste modo, P/Y aumenta o que, por sua vez, faz aumentar a poupança, e assim sucessivamente até que o equilíbrio seja restabelecido.

No que diz respeito ao crescimento, lembre-se que $I/Y = (I/K)(K/Y)$, onde I/K corresponde à taxa de acumulação do capital (igual à taxa de crescimento da capacidade produtiva - g) e K/Y corresponde o rácio capital-produto (v), pelo que $I/Y = gv$. Para além disso, se tivermos em atenção uma outra relação de Kaldor - $P/Y = (1/s)I/Y$ -, é possível escrever: $P/Y = gv/s$, em que $g = (s/v)P/Y$. Se tivermos presente que $v = K/Y$, então: $g = s(P/K)$. Não obstante, é de notar que o rácio P/K não é mais do que a taxa de lucro (r), pelo que é possível apurar $r = g/s$, que nos diz que taxa de lucro é igual à taxa de crescimento sobre a taxa de poupança dos capitalistas, relação esta que é conhecida como a *regra de Cambridge* para o crescimento.

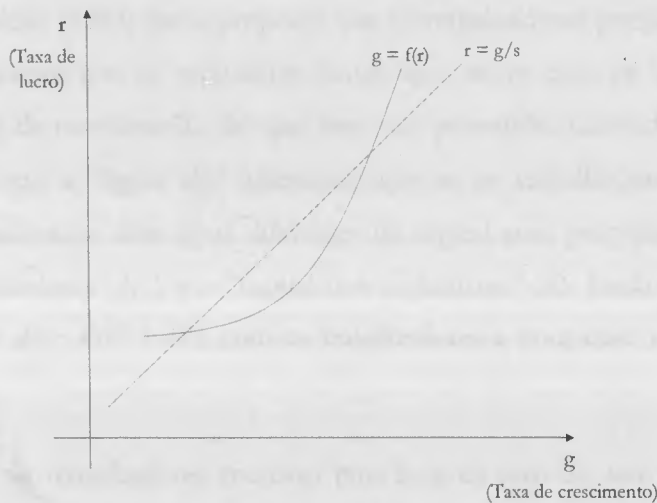
Num modelo von Neumann, os trabalhadores consomem tudo (tal como aqui), e os capitalistas poupam tudo ($s = 1$), pelo que temos: $r = g$, isto é, a “*Golden Rule*” do crescimento. Logo, é possível aferir, quase de imediato, a afinidade entre os modelos de crescimento de Cambridge e os modelos de crescimento de von Neumann. Por seu turno, **Morishima** (1960, 1964) realizou algumas extensões aos modelos de von Neumann, que contemplavam o consumo dos capitalistas, as quais produziram, precisamente, a mesma *regra de Cambridge* para von Neumann.

Joan **Robinson** (1962) sugeriu uma alteração de modo a compreender melhor aquele modelo. De facto, até agora não se discutiu o que determina o investimento – apenas se apresentou uma relação de pleno emprego, na qual $I/Y = gv$, de forma a obter o equilíbrio de Kaldor. No entanto, como é óbvio, num mundo keynesiano, uma função de investimento independente deve continuar a sê-lo e, concomitantemente, Robinson (1962) apresentou uma relação $I/Y = f(P/Y)$, ou seja, $g = f(r)$, onde as decisões de investimento das empresas eram função do lucro (esperado). Na opinião da autora, esta era uma função côncava, baseada no princípio do risco crescente de Kalecki (1937), segundo o qual o investimento relaciona-se positivamente com o lucro esperado mas a uma taxa decrescente, isto é, qualquer unidade adicional de investimento significa maior dívidas e, em resultado, maior risco para a empresa.

Contudo, sabe-se, a partir da relação de Kaldor, $P/Y = (1/s)I/Y$ ou $r = g/s$, que os lucros são, eles próprios, gerados pelo investimento, pelo que se pode colocar a questão de Robinson: quando é que os lucros gerados pelo investimento na relação de Kaldor vão, eles próprios, gerar decisões de investimento que, por seu turno, geram os lucros originais?; ou posto de outro modo, quais são as garantias que os lucros gerados pela relação de Kaldor

vão, eles próprios, gerar o volume de investimentos necessários para os sustentar? A resposta reside na estabilidade.

GRÁFICO 1
FUNÇÃO CÔNCAVA DE KALECKI E A FUNÇÃO LINEAR DE RISCO CRESCENTE



Fonte: Robinson (1962)

Pela observação do gráfico supra, onde estão representadas a função côncava de Kalecki e a função linear do risco, é possível afirmar que deveriam existir dois equilíbrios tais que: $rs = g = f(r)$.

Considere-se o segundo equilíbrio. À direita desse equilíbrio, Robinson (1962) afirmou que a economia estava a gerar menos lucros que o planeado e, assim, os planos de investimento seriam colocados de parte, originando uma desacumulação de capital e, por conseguinte, uma redução do crescimento. Imediatamente à esquerda do mesmo equilíbrio, a economia está a gerar maiores lucros do que o previsto, pelo que as empresas revêem as suas expectativas em alta e investem mais, aumentando a acumulação e o crescimento. Por aqui se conclui que este equilíbrio é estável, enquanto que se for feito um exercício similar para o primeiro equilíbrio, verifica-se, pelas mesmas razões, que este é instável.

Robinson (1962) procurou ainda enriquecer mais a sua análise, introduzindo o crescimento do trabalho e considerando as implicações de incluir variáveis como o desemprego, a inflação e o método de ajustamento explícito do modelo, procurando, igualmente, abordar

os vários tipos de situações de crescimento que podiam ser identificados, com ou sem "Golden Rule".

Uma outra extensão foi desenvolvida por Luigi Pasinetti (1962), nomeadamente para rever a hipótese, que tem sido assumida até aqui, que os trabalhadores não poupam. Originalmente, Kaldor (1954) havia proposto que os trabalhadores poupassem a partir dos salários, embora menos que os capitalistas, sendo que, neste caso, os lucros seriam mais sensíveis à decisão de investimento do que tem sido permitido. Contudo, Pasinetti (1962) chama a este aspecto a "logical slip" afirmando que se os trabalhadores podem poupar, deveriam ser considerados dois tipos diferentes de capital com propriedade diferente – o "capital dos trabalhadores" (K') e o "capital dos capitalistas" (K). Então, a poupança total passará a ser: $S = sP + s'(P' + W)$, com os trabalhadores a pouparem a partir de lucros e salários.

É necessário que os trabalhadores recebam uma taxa de juro do seu capital, do mesmo modo que os capitalistas recebem uma taxa de lucro do seu. Pasinetti (1962) argumentou que, por via da concorrência e da arbitragem, a taxa de lucro/juro de capitalistas e trabalhadores, acabam por se igualar. Ou seja: $P/K = P'/K' = r$, em que P' diz respeito aos lucros dos trabalhadores. Relativamente à poupança, assumam-se S como a poupança dos capitalistas e S' como a poupança dos trabalhadores a partir dos lucros.

Assim sendo, o crescimento de equilíbrio será tal que: $S/K = S'/K' = g$. No longo prazo, para que haja equilíbrio, a taxa de acumulação tem que ser igual para capitalistas e trabalhadores, ou seja: $P/S = P'/S'$, já que, caso contrário (se a taxa de acumulação da riqueza for mais rápida para alguma das classes), verificar-se-á uma alteração na distribuição de rendimentos e, como resultado disso, ocorrerá uma alteração da composição da procura agregada.

No equilíbrio de longo prazo, a procura agregada tem que ser estável e, portanto, esta é uma hipótese necessária. Contudo, como consequência desta hipótese, é possível colocar a igualdade em termos de: $P/sP = P'/s'(W + P')$, onde s e s' são as propensões marginais a poupar de capitalistas e trabalhadores, respectivamente.

Note-se, uma vez mais, que os trabalhadores poupam também a partir dos salários (W), bem como a partir de lucros (P'), enquanto que os capitalistas apenas recebem e poupam a partir dos lucros e, portanto, por manipulações matemáticas é possível obter $s'(W + P') = sP'$. Por

outro lado, se o investimento (I) é igual à poupança – o que significa $I = s'(W + P') + sP$ – então, utilizando a relação anterior conclui-se que $I = sP' + sP = s(P + P')$.

Se os lucros totais (P^*) forem determinados por $P^* = P + P'$, então $I = sP^*$ ou $P^* = (1/s)I$. Assim sendo, tem que se verificar a igualdade: $r = (P^*/K) = (1/s)I/K = g$, ou seja, para o crescimento de equilíbrio de longo prazo com “*Golden Rule*”, apenas a propensão marginal a poupar necessita de ser considerada, já que as propensões dos trabalhadores podem ser relaxadas. Nestes termos, mesmo contemplando a poupança dos trabalhadores, a *regra de Cambridge* aplica-se – apenas a propensão marginal a poupar dos capitalistas interessa, como se depreende das palavras de Pasinetti (1962): “*In the long run, workers' propensity to save, though influencing the distribution of income between capitalists and workers, does not influence the distribution of income between profits and wages. Nor does it have any influence on the rate of profit!*” (Pasinetti, 1962).

Mas existem ainda outras hipóteses do modelo que não foram discutidas. Pasinetti (1962) pressupõe a existência da relação $s > I/Y > s'$, por forma a que os lucros não possam retirar “uma percentagem nula ou negativa dos salários” (Pasinetti, 1962), definindo, na prática, o mecanismo de ajustamento. Assim, a distribuição deve ser, de alguma forma, organizada para que se verifique um nível “correcto” de lucros que origine a poupança suficiente para existir equilíbrio, ou seja, tornar $I/K = s/v$.

A primeira questão que deve ser colocada neste ponto não é se é possível calcular, para um dado nível de investimento, qual o nível de lucros, mas sim se existirão pressões suficientes para levar ao equilíbrio. Kaldor (1954) argumenta que, dentro de certos limites, podem acontecer variações tais que P/Y seja uma função da mudança no rácio I/Y , e que, por sua vez, os preços respondem às taxas de salário relativas como consequência da procura. Assuma-se, por exemplo, que dado um excesso na procura de bens, os preços aumentam mas os salários não; então, verifica-se uma mudança na distribuição com o aumento na percentagem de lucros; por outro lado, uma vez que os lucros aumentam, isso implica que ocorrerá um crescimento substancial da poupança.

Contudo, tal como destaca J.E. Meade (1961, 1963), se os preços aumentam relativamente aos salários, então os salários reais diminuem, verificando-se, através de uma substituição entre capital e trabalho, uma alteração do rácio capital-produto (v). Portanto, para que o ajustamento Kaldoriano seja aplicado, existe uma dependência implícita no facto do rácio capital-produto ser constante. Todavia, um v constante significa necessariamente que não

podemos estar no longo prazo uma vez que, caso contrário, o sistema seria inteiramente flexível.

Para além disto, uma outra crítica mais geral pode ser feita. Note-se que, dado um determinado stock de capital, trabalho e produto, se os preços se movimentarem mais rapidamente do que os salários, então os lucros aumentariam; enquanto que, se os salários aumentarem mais rapidamente que os preços, os lucros diminuiriam, sem mudança do sistema. Esta variedade de consequências conduziu vários economistas, como Meade (1961) e mais tarde Nell (1982), a argumentar que, pelo menos num modelo de longo prazo, a teoria de Kaldor tinha um mecanismo muito pobre de ajustamento de preços: "*Mr. Kaldor's theory of distribution is more appropriate for the explanation of short-run inflation than of long-run growth.*" (Meade, 1961).

2.4. O MODELO DE CRESCIMENTO NEOCLÁSSICO

O panorama de profundas mudanças no pensamento económico, evidenciado supra, pode ser consideravelmente simplificado pela consideração de uma única variável económica chave – o rendimento *per capita*, calculado pelo quociente rendimento nacional (quer via Produto Nacional Bruto quer via Produto Interno Bruto) *versus* população. De facto, o rendimento *per capita* representa uma primeira medida do estado do bem-estar económico de um certo país ou região ao expressar uma medida *per capita* do valor total de bens e serviços produzidos nessa economia.

Não obstante, o conceito de Produto Nacional Bruto (doravante designado por PNB) apenas foi desenvolvido no início do século XX, não como uma medida de crescimento económico mas sim como forma de aferir o estado de uma economia nacional. Pouco tempo depois, Kaldor (1961) constatou que o crescimento registado pelo rendimento nacional *per capita* evidenciava diversas regularidades empíricas: (i) o rendimento *per capita* cresce estavelmente ao longo de períodos de tempo extensos; (ii) o peso relativo dos factores no rendimento – as fracções do rendimento total respeitantes à força de trabalho e ao capital físico – não apresenta qualquer tendência secular; (iii) o rácio entre o rendimento nacional total e o stock agregado de capital físico (valor total das máquinas, auto-estradas, pontes, edifícios, infra-estruturas físicas) permanece sensivelmente constante.

Estas observações, normalmente conhecidas na literatura como *factos estilizados de Kaldor*, constituem a primeira medida importante do crescimento que os economistas procuravam

compreender e explicar (Quah, 2001b). De acordo com as medidas de Kaldor, enquanto ocorre crescimento económico, os seus benefícios dividem-se, de uma forma equilibrada, em recompensas para o capital e para o trabalho, sem que nenhum factor beneficie mais que o outro do crescimento económico.

A melhor das diferentes explicações para as observações de Kaldor sobre crescimento, foi elaborada por Solow (1956), cujo trabalho exerceu uma extensa influência e produziu uma sabedoria convencional generalizada que constituía, simultaneamente, uma implicação em termos de política económica profundamente importante (Quah, 2001b). Esta sabedoria convencional advinda de Solow (1956) tinha no investimento – a acumulação física de capital – o motor crítico do crescimento.

Como vimos anteriormente, o modelo de crescimento Harrod-Domar caracterizava-se pela instabilidade do seu crescimento de equilíbrio, verificando-se um “*knife edge*” no sentido em que qualquer desvio da trajectória resultaria num afastamento ainda maior dessa trajectória. Contudo, Solow (1956), Swan (1956) e, um pouco mais tarde, Meade (1961) contestaram esta conclusão, afirmando que o rácio capital-produto do modelo de Harrod-Domar não deveria ser visto como exógeno, e propondo um modelo de crescimento onde o rácio capital-produto (v) fosse, precisamente, a variável de ajustamento que levaria o sistema de volta à sua trajectória de crescimento de equilíbrio, ou seja, v ajustar-se-ia de modo a que s/v fosse igual à taxa natural de crescimento (n). O modelo resultante tornou-se conhecido como “Modelo de Solow”, “Modelo de Solow-Swan” ou simplesmente o “Modelo de Crescimento Neoclássico”.

O modelo de Solow, propriamente dito, assenta em duas equações – uma *função de produção* e uma *equação de acumulação de capital* (Jones, 1998). A função de produção descreve o modo como os inputs (como máquinas, semicondutores, engenheiros, trabalhadores fabris, entre outros) combinam para produzir o produto, considerando-se, para efeitos de simplificação, que os mesmos estão agregados em duas categorias – capital (K) e trabalho (L) -, e ambas ajudam a formar o produto (Y). Assim sendo, a *função de produção*, que se assume ser de Cobb-Douglas, é dada por:

$$Y = F(K, L) = K^\alpha L^{(1-\alpha)},$$

⁹ Segundo McCallum (1996), embora Harrod e Domar tivessem deduzido uma *condição* (via álgebra), coube a Solow e a Swan o desenvolvimento de algo que pode ser razoavelmente denominado *modelo*.

onde α está compreendido entre 0 e 1, sendo uma função que exhibe rendimentos constantes à escala, ou seja, se todos os inputs duplicarem, o produto também duplicará na exacta medida (Jones, 1998)¹⁰.

Segundo Solow (1956), as empresas desta economia pagam um salário aos seus trabalhadores (w), por cada unidade de trabalho e pagam r de forma a arrendarem uma unidade de capital, por um período, e uma vez que se assume a existência de um número alargado de empresas, prevalece o cenário de concorrência perfeita em que todas e cada uma das empresas são *price-takers*. Cada empresa tem como objectivo a maximização do seu lucro, ou seja:

$$\max_{K,L} F(K, L) - rK - wL$$

De acordo com as condições de primeira ordem deste problema de maximização, as empresas contratarão força de trabalho até que a produtividade marginal do trabalho seja igual ao salário, do mesmo modo que arrendarão capital até que a produtividade marginal do capital seja igual ao preço da renda (Jones, 1998), tais que:

$$w = \frac{\partial F}{\partial L} = (1-\alpha) \frac{Y}{L} \quad \text{e} \quad r = \frac{\partial F}{\partial K} = \alpha \frac{Y}{K}$$

De notar que $wL + rK = Y$, ou seja, os pagamentos dos inputs (remunerações dos factores) esgotam completamente o valor do produto de tal forma que não podem ser ganhos quaisquer ganhos económicos, o que constitui uma propriedade geral das funções de produção com rendimentos constantes à escala.

Tendo em atenção que a explicação dos factos estilizados envolve o produto *per capita* ou o produto por trabalhador, então é possível reescrever a função de produção em termos de produto por trabalhador ($y \equiv Y/L$) e de capital por trabalhador ($k \equiv K/L$):

$$y = k^\alpha.$$

Desta equação resulta que, com mais capital por trabalhador, as empresas produzem mais produto por trabalhador, embora se verifiquem rendimentos decrescentes no capital por trabalhador, com cada unidade adicional de capital dada a um determinado trabalhador a fazer aumentar o produto desse trabalhador de forma cada vez menor.

¹⁰ Relembre-se que se $F(aK, aL) = aY$, para qualquer $a > 1$, então diz-se que a função exhibe rendimentos constantes à escala. Se $F(aK, aL) > aY$, então a função exhibe rendimentos crescentes à escala, e se a inequação tiver sinal inverso, a função de produção exhibe rendimentos decrescentes à escala.

A segunda equação chave do modelo de Solow é uma equação que descreve o modo como o capital acumula e é dada por:

$$\dot{K} = sY - dK,$$

segundo a qual a variação do stock de capital, \dot{K} ¹¹, é igual ao montante de investimento bruto, sY , menos o valor da depreciação que ocorre durante o processo produtivo, dK . Esta equação diferencial é a equação fundamental da teoria de crescimento neoclássica, já que indica como a taxa de alteração do stock de capital em qualquer momento do tempo é determinada pela quantidade de capital já existente na altura (Aghion e Howitt, 1998).

À semelhança de Solow (1956), assume-se que os trabalhadores/consumidores poupam uma proporção constante (s) do seu rendimento constituído por salários e rendas do capital que arrendam às empresas para uso na produção ($Y = wL + rK$) – (Jones, 1998; Aghion e Howitt, 1998). Por outro lado, a economia é uma economia fechada, pelo que a poupança é igual ao investimento, e a única utilização deste é a de acumular capital.

O terceiro termo da equação (dK) reflecte a depreciação do capital que ocorre durante a produção, com uma proporção constante, d , do stock de capital a depreciar-se em cada período (independentemente da quantidade do produto que for produzida¹²).

Para estudar a evolução do produto *per capita* nesta economia, é necessário reescrever a equação de acumulação de capital em termos do capital por pessoa, usando para tal um artifício matemático normalmente utilizado no estudo do crescimento: *logaritmizar e derivar*. Mas, antes de prosseguir, considere-se, em primeiro lugar, a taxa de crescimento da força de trabalho (\dot{L}/L): se, por hipótese, a taxa de participação da força de trabalho for constante e a taxa de crescimento da população for dada pelo parâmetro n , então isso significa que a taxa de crescimento da força de trabalho é, igualmente, dada por n ¹³ (Jones, 1998). Tomando, agora sim, por base a equação do capital por trabalhador (k), tal que: $k \equiv K/L$ obtém-se,

$$\text{logaritmizando, } \log k = \log K - \log L$$

¹¹ \dot{K} - representa a derivada em relação ao tempo da variável K , representando, na prática, uma versão em tempo contínuo de $K_{t+1} - K_t$, ou seja, a variação do stock de capital por período. Assim, $\dot{K} = dk/dt$.

¹² Se por exemplo, se assumir que $d=0,03$, então, verifica-se uma depreciação de 3% nas máquinas e nas fábricas da economia.

¹³ Se $n=0,02$, então a população e a força de trabalho estão a crescer a 2% ao ano. Este crescimento exponencial pode ser visto a partir da relação: $L(t) = L_0 e^{nt}$

e derivando: $\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L}$.

Mas, como $\dot{K} = sY - dK$, então, substituindo, tem-se que: $\frac{\dot{k}}{k} = \frac{sY}{K} - n - d = \frac{sy}{k} - n - d$,

pelo que a equação de acumulação de capital pode ser descrita numa função por trabalhador:

$$\dot{k} = sy - (n + d)k$$

De acordo com esta equação, a variação do capital por trabalhador em cada período é determinada por três “forças” (Aghion e Howitt, 1998), sendo duas delas análogas à equação original de acumulação de capital – (i) o investimento por trabalhador (sy) faz aumentar k , enquanto que (ii) a depreciação por trabalhador (dk), o faz reduzir. O termo novo nesta equação prende-se com a redução de k resultante do crescimento da população (nk). Com efeito, em cada período, existem nL novos trabalhadores que não existiam no período anterior, pelo que, se não ocorresse nenhum novo investimento e nenhuma depreciação, o capital por trabalhador diminuiria nk devido ao aumento da força de trabalho (Jones, 1998). Na prática, isto significa que, embora a dimensão absoluta da população seja irrelevante, a sua taxa de crescimento não o é, já que um crescimento mais acentuado da população tenderá a reduzir a quantidade de capital por pessoa, da mesma forma que uma depreciação mais rápida o faria, ou seja, não pela destruição de capital mas sim pela sua diluição num número maior de pessoas que o partilham (Aghion e Howitt, 1998).

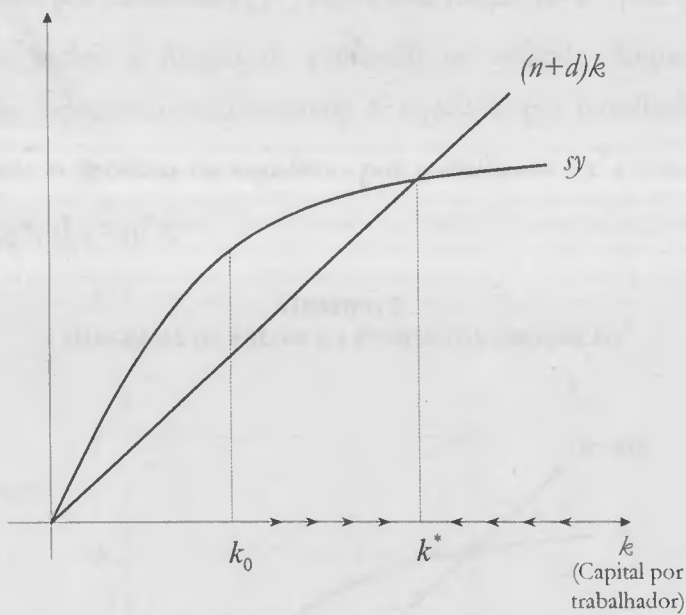
Depois de se ter deduzido ambas as equações chave do modelo de Solow, em termos do produto por trabalhador e do capital por trabalhador, obtendo $y = k^\alpha$ e $\dot{k} = sy - (n + d)k$, respectivamente, é agora altura de se apurar e perceber o modo como a economia evolui ao longo do tempo, o mesmo será dizer, o modo como a economia cresce, bem como comparar o produto por trabalhador, no longo prazo, entre duas economias que possuam taxas de investimento diferentes¹⁴.

Considere-se como elemento de análise destas questões fundamentais o *Diagrama de Solow*, que consiste em duas curvas, ambas função do rácio capital-trabalho, k : (i) a primeira curva diz respeito ao volume de investimento por pessoa ($sy = sk^\alpha$), a qual tem a mesma forma da função de produção $y = k^\alpha$ (também esta uma função de Cobb-Douglas), embora

¹⁴ Cada economia começa com um determinado stock de capital por trabalhador, k_0 , e com um determinado crescimento da população, taxa de depreciação e taxa de investimento.

deslocada para baixo pelo factor s ; (ii) a segunda curva é a recta $(n+d)k$, que representa o volume do novo investimento por pessoa necessário para manter constante a quantidade de capital por trabalhador (relembre-se que quer a depreciação, quer o aumento da força de trabalho, tendem a reduzir a quantidade de capital por pessoa na economia). Assim sendo, a diferença entre as duas curvas não é mais do que a variação da quantidade de capital por trabalhador (\dot{k} ou dk/dt), pelo que, quando a variação é positiva e a economia está a aumentar o seu capital por trabalhador, diz-se que está a ocorrer um aprofundamento do capital (“*capital deepening*”); quando esta variação é zero mas o stock de capital efectivo está a aumentar (devido ao crescimento da população), diz-se que está a ocorrer “*capital widening*”, isto é, o alargamento do capital (Jones, 1998).

GRÁFICO 2
DIAGRAMA DE SOLOW



Fonte: Aghion e Howitt (1998)

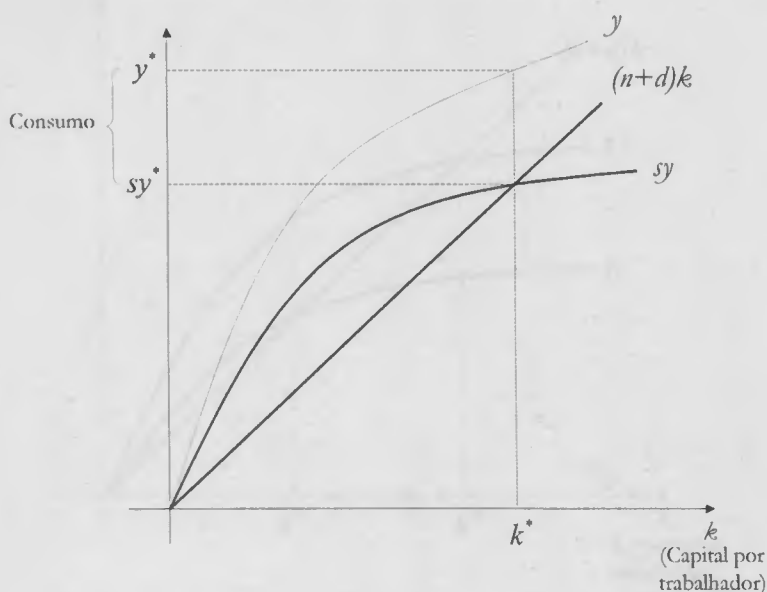
A título exemplificativo, considere-se uma economia com o capital igual a k_0 no presente, para procurar perceber o que acontece no futuro. Em k_0 , o montante de investimento por trabalhador excede o montante necessário para manter o capital por trabalhador constante, de tal forma que ocorre o aprofundamento do capital, ou seja, k aumenta ao longo do tempo. Este aprofundamento continuará até que $k = k^*$, ponto no qual $sy = (n+d)k$,

pelo que $\dot{k} = 0$, o que significa que o montante de capital por trabalhador permanece constante, chamando-se a este ponto um "steady-state" (ponto de equilíbrio).

Se, ao invés, a economia começasse com um stock de capital por trabalhador maior que k^* (isto é, um ponto à direita de k^*), em que o montante de investimento por trabalhador fornecido pela economia é inferior ao montante necessário para manter o rácio capital-trabalho constante, o termo \dot{k} seria negativo e, portanto, o montante de capital por trabalhador começaria a decrescer nesta economia até que o montante de capital por trabalhador diminua para k^* (Jones, 1998)

De notar que o Diagrama de Solow determina o valor de equilíbrio do capital por trabalhador, enquanto a equação da função de produção determina, então, o valor de equilíbrio do produto por trabalhador (y^*) como uma função de k^* , pelo que, por vezes se torna conveniente incluir a função de produção no referido diagrama para melhor compreender como tudo funciona: o consumo de equilíbrio por trabalhador é, então, dado pela diferença entre o produto de equilíbrio por trabalhador (y^*) e o investimento de equilíbrio por trabalhador (sy^*).

GRÁFICO 3
DIAGRAMA DE SOLOW E A FUNÇÃO DE PRODUÇÃO

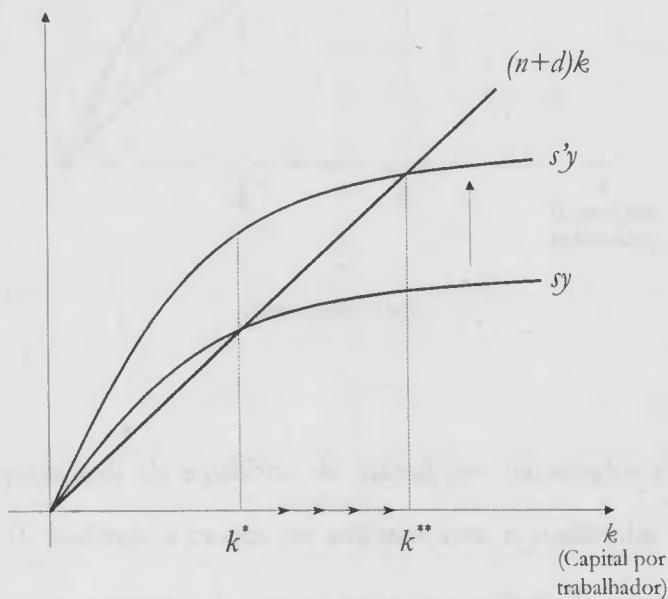


Fonte: Jones (1998)

Utilizando um método de estática comparada, por forma avaliar o que acontece em termos do rendimento *per capita*, numa economia que começa com o equilíbrio mas que depois experimenta um choque, nomeadamente, um aumento da taxa de investimento (s) e um aumento da taxa de crescimento da população (n):

- *Aumento da taxa de investimento.* Considere-se uma economia que atingiu o seu valor de equilíbrio para o produto por trabalhador e suponha-se que os consumidores dessa economia decidem aumentar a taxa de investimento permanentemente de s para s' . Este aumento na taxa de investimento faz deslocar a curva sy para cima até $s'y$, pelo que, ao valor actual do stock de capital (k^*), o investimento por trabalhador passa, agora, a exceder o montante necessário para manter o capital por trabalhador constante e, por consequência, a economia começa a fazer o aprofundamento do capital, o que continua até que $s'y = (n+d)k$ e o stock de capital atinja um valor superior indicado pelo ponto k^{**} . Por outro lado, sabe-se que este valor mais elevado do capital por trabalhador estará associado com um produto *per capita* também superior, fazendo com que a economia se torne mais rica do que era antes (Romer, 1996).

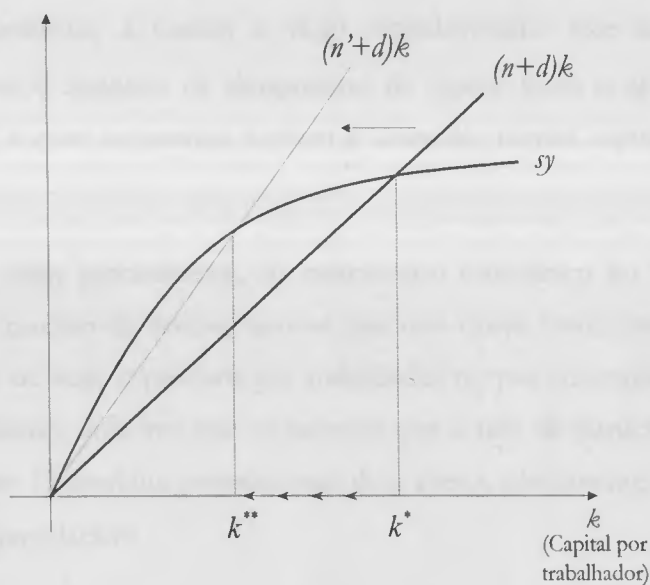
GRÁFICO 4
AUMENTO DA TAXA DE INVESTIMENTO



Fonte: Romer (1996)

- Aumento da taxa de crescimento da população.* Considere-se, do mesmo modo, que uma economia atingiu o seu “steady state” mas, suponha-se que, por exemplo devido à imigração, a taxa de crescimento da população aumenta de n para n' , o que faz com que a recta $(n+d)k$ rode para cima para a nova recta $(n'+d)k$. Ao valor actual do stock de capital (k^*), o investimento por trabalhador deixou, agora, de ser suficiente para manter o rácio capital-trabalho constante, face ao aumento da população. Assim, o rácio capital-trabalho começa a cair, sucessivamente, até ao ponto em que $sy = (n'+d)k$, indicado por k^{**} no gráfico infra, no qual a economia possui menos capital por trabalhador do que na situação inicial e, portanto, é mais pobre: o produto *per capita* é mais baixo após o aumento do crescimento da população.

GRÁFICO 5
AUMENTO DA TAXA DE CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO



Fonte: Jones (1998)

Por definição, a quantidade de equilíbrio do capital por trabalhador é determinada pela condição que $\dot{k} = 0$, podendo a mesma ser utilizada, com o auxílio das equações $y = k^\alpha$ e $\dot{k} = sy - (n+d)k$, para determinar as quantidades de equilíbrio do capital por trabalhador. Substituindo a primeira destas equações na segunda, obtém-se:

$$\dot{k} = sk^\alpha - (n+d)k,$$



e, igualando esta equação a zero, tem-se que: $k^* = \left(\frac{s}{n+d}\right)^{1/(1-\alpha)}$. Se esta expressão for aplicada à função de produção, torna-se possível apurar a quantidade de equilíbrio do produto *per capita* (y^*):

$$y^* = \left(\frac{s}{n+d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Esta equação revela a resposta de Solow ao facto de existirem países mais pobres e países mais ricos: (i) os países que tenham taxas de poupança/investimento mais elevadas, tenderão a ser ricos, *ceteris paribus*, uma vez que como acumulam mais capital por trabalhador, possuem um produto por trabalhador mais elevado; (ii) os países que tenham taxas de crescimento da população, por oposição, tenderão a ser mais pobres, de acordo com o modelo de Solow. Neste caso, uma maior parcela de poupanças destas economias destinam-se, simplesmente, a manter o rácio capital-trabalho face ao crescimento da população, pelo que o requisito de alargamento de capital torna o aprofundamento do capital mais difícil e estas economias tendem a acumular menos capital por trabalhador (Jones, 1998).

No que concerne, mais precisamente, ao crescimento económico no “*steady state*” desta versão simples do modelo de Solow, note-se que não existe crescimento *per capita* nesta versão do modelo, ou seja, o produto por trabalhador (e, por conseguinte, por pessoa, é constante em equilíbrio, uma vez que se assumiu que a taxa de participação da força de trabalho é constante. O produto, propriamente dito, cresce, obviamente, mas apenas à taxa de crescimento da população¹⁵.

Esta versão do modelo adequa-se a diversos dos factos estilizados abordados anteriormente, nomeadamente, ao gerar diferenças no rendimento *per capita* entre os países, ao gerar um rácio capital-produto constante (porque quer y quer k são constantes, implicando que K/Y também é constante), bem como ao gerar uma taxa de juro constante que corresponde à produtividade marginal do capital. Não obstante, o modelo falha na previsão de um facto estilizado muito importante: o de que as economias exibem um crescimento sustentado do rendimento *per capita*, neste modelo, as economias podem crescer durante um certo tempo, mas não para sempre. Por exemplo, uma economia que começa com um stock de capital

¹⁵ Este facto, pode ser visto logaritmando e diferenciando $y \equiv Y/L$.

por trabalhador inferior ao seu valor de equilíbrio irá experimentar um crescimento de y e k , ao longo da trajectória de transição para o equilíbrio, embora, com o decorrer do tempo, o crescimento abrande à medida que a economia se aproxima do equilíbrio e, eventualmente, pare por completo (Jones, 1998). Estes fenómenos podem ser melhor aferidos a partir da equação de acumulação de capital:

$$\frac{\dot{k}}{k} = sk^{\alpha-1} - (n+d).$$

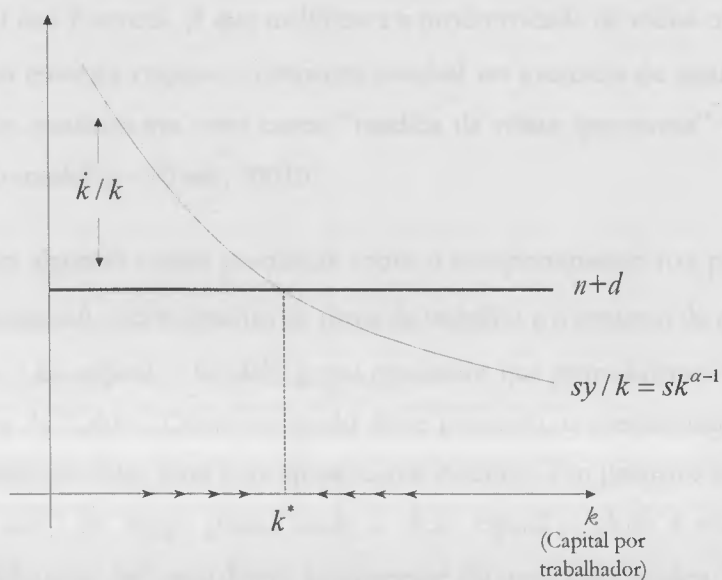
Uma vez que α é inferior a 1, à medida de k aumenta, a taxa de crescimento de k diminui gradualmente, e como, por outro lado, a taxa de crescimento de y é proporcional à taxa de crescimento de k ¹⁶, a afirmação também se verifica para o produto por trabalhador.

A dinâmica de transição da equação é ilustrada no gráfico seguinte. O primeiro termo do lado direito da equação ($sk^{\alpha-1}$), que é igual a sy/k , pelo que quanto mais elevado for o nível do capital por trabalhador, mais baixa será a produtividade média do capital y/k , dada a existência de rendimentos decrescentes na acumulação de capital (α é inferior a 1), fazendo com que a curva se desloque para baixo. O segundo termo do lado direito da equação ($n+d$) não depende de k , pelo que é representado por uma linha horizontal. A diferença entre as duas linhas corresponde à taxa de crescimento do stock de capital, ou seja, \dot{k}/k , pelo que o gráfico indica, claramente que, quanto mais abaixo uma economia estiver do valor de equilíbrio de k , mais rapidamente ela cresce; por oposição, quanto mais acima estiver do valor de equilíbrio de k , mais rapidamente k diminuirá (Barro e Sala-i-Martin, 2001).

¹⁶ Note-se que se $y = k^{\alpha}$ então: $\log y = \alpha \log k$, pelo que, derivando em relação ao tempo obtém-se

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k}.$$

GRÁFICO 6
DINÂMICA DE TRANSIÇÃO



Fonte: Barro e Sala-i-Martin (2001)

Para gerar crescimento sustentado no rendimento *per capita* neste modelo, deve ser adoptada uma aproximação semelhante à de Solow, ou seja, é necessário proceder à introdução do progresso tecnológico no modelo (Barro e Sala-i-Martin, 2001). Este procedimento pode ser realizado, pela admissão de uma variável tecnologia – A – introduzida, na função de produção, via factor trabalho (“*labor augmenting*”), sendo por isso “neutra à Harrod”¹⁷, tal que:

$$Y = F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} .$$

Uma vez que nenhuma função bem comportada pode apresentar, em todos os momentos, um ajustamento perfeito entre produto, capital e trabalho, Solow (1956) levantou esta hipótese adicional da existência, na relação da função de produção, de um elemento residual não observável que, segundo a interpretação do autor, representava o **progresso técnico**¹⁸ ou, mais simplesmente, a tecnologia que se desenvolvia exogenamente. De facto, no

¹⁷ As outras possibilidades eram $F(AK, L)$, que é conhecida como tecnologia “*capital augmenting*” ou “neutra à Solow”, ou ainda $AF(K, L)$, que é conhecida com tecnologia “neutra à Hicks”. De notar que, com a forma funcional Cobb-Douglas assumida, esta distinção é de menor importância.

¹⁸ As expressões progresso técnico ou progresso tecnológico são utilizadas neste documento sem qualquer distinção.

trabalho de Solow, a tecnologia contemplava dois significados diferentes: (i) como, por hipótese, influenciava a eficácia dos factores, a tecnologia era identificada como Produtividade Total dos Factores, já que melhorava a produtividade de todos os factores da economia; (ii) como emergiu enquanto elemento residual no exercício de quantificação da função de produção, também era vista como “medida da nossa ignorância” (da parte da pessoa que estima o modelo) – (Quah, 2001b).

Conjuntamente com algumas outras premissas sobre o comportamento das poupanças (e, portanto, do investimento), o crescimento da força de trabalho e o impacto da tecnologia na eficácia do trabalho e do capital, o modelo gerou resultados que reproduziram com sucesso os factos estilizados de Kaldor. Como resultado deste processo, o crescimento económico passou a ser visionado em duas fases conceptualmente distintas. Em primeiro lugar, existe o equilíbrio (“*steady state*”) de longo prazo, onde o rácio capital-produto é constante, e o crescimento no rendimento *per capita* deriva inteiramente do progresso técnico. Em segundo lugar, existe um processo de transição para o “*steady state*”, ao longo da trajectória de transição, em que o capital físico acumula rapidamente devido ao investimento relativamente elevado, conduzindo ao aumento da taxa de crescimento da economia, à medida que ela própria converge para a sua trajectória de crescimento para o equilíbrio de longo prazo. Se a segunda fase era muito relevante para o mundo em geral, tal como muitos supõem, então, a acumulação do capital físico – a construção de máquinas, fábricas, estradas e pontes – constituía o motor do crescimento económico (Quah, 2001b).

O progresso técnico ocorre quando A aumenta ao longo do tempo, pelo que, por exemplo, uma unidade de trabalho é mais produtiva quando o nível de tecnologia é mais elevado. De acordo com uma hipótese muito importante do modelo de Solow, o progresso técnico é exógeno, no sentido em a tecnologia desce sobre a economia de forma automática e independentemente do resto que nela se passa na economia (Solow, 1956), pelo que em detrimento de modelizar o modo como surge a tecnologia, assume-se que existe progresso técnico e que A cresce a uma taxa constante:

$$\dot{A}/A = g \Leftrightarrow A = A_0 e^{gt},$$

onde g é um parâmetro que representa a taxa de crescimento da tecnologia¹⁹.

¹⁹ É certo que esta hipótese sobre a tecnologia não é realista e a explicação para o abandono desta hipótese constitui um dos resultados de grande importância da “Nova Teoria do Crescimento”, a qual será desenvolvida no subcapítulo seguinte.

Por seu turno, a equação de acumulação de capital no modelo de Solow com tecnologia é idêntica à anteriormente obtida, podendo ser reescrita como:

$$\frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - d .$$

Para melhor aferir as implicações, em termos de crescimento, do modelo com tecnologia, reescreva-se, em primeiro lugar, a função de produção em termos do produto por trabalhador: $y = k^\alpha A^{1-\alpha}$, a qual, logaritmando e derivando, permite obter:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + (1-\alpha) \frac{\dot{A}}{A} .$$

Note-se que da equação de acumulação de capital supra, é possível aquilatar que a taxa de crescimento de K será constante, se e só se, Y/K for constante (Barro e Sala-i-Martin, 2001). Para além disso, se Y/K for constante, y/k também o será e, mais importante que isso, y e k crescerão à mesma taxa. Uma situação na qual o capital, o consumo e a população estejam a crescer a taxas constantes é denominada *trajectória de crescimento equilibrado*.

Se g_x for entendida como a taxa de crescimento da variável “ x ” ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, então, de acordo com o argumento acima apresentado, $g_y = g_k$. Substituindo esta relação na função de produção acima e recordando que $\dot{A}/A = g$, facilmente se obtém: $g_y = g_k = g$. Ou seja, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado no modelo de Solow, o produto por trabalhador e o capital por trabalhador crescem ambos à taxa de variação exógena da tecnologia (g).

Recorde-se que, anteriormente, não existia progresso técnico e, portanto, não existia crescimento de longo prazo quer no produto por trabalhador quer no capital por trabalhador, isto é, $g_y = g_k = g = 0$. Por oposição, o modelo com tecnologia patenteia que “o progresso técnico é a fonte do crescimento sustentado *per capita*” (Jones, 1998).

A análise do modelo de Solow com progresso técnico é feita de modo similar à do modelo sem tecnologia: primeiro apura-se uma equação diferencial que depois é analisada num diagrama de Solow de forma a encontrar o “*steady state*”. A única diferença importante diz respeito à variável k , que deixa de ser uma constante no longo prazo, o que implica que a equação diferencial tem de ser reescrita em função de outra variável.

A nova variável de estado será $\tilde{k} \equiv K/AL$, o que é equivalente a k/A , ou seja, a variável \tilde{k} representa, deste modo, o rácio entre o capital por trabalhador e a tecnologia – rácio capital-tecnologia (com a ressalva que o numerador diz respeito ao capital por trabalhador, em vez do nível total do capital) - sendo, obviamente, constante ao longo da trajectória de crescimento equilibrado uma vez que: $g_k = g_A = g$. Assim sendo, reescreva-se a função de produção em termos de \tilde{k} : $\tilde{y} \equiv \tilde{k}^\alpha$, onde $\tilde{y} \equiv Y/AL \equiv y/A$, simbolizando, por analogia ao que foi dito, o rácio produto-tecnologia²⁰.

Se a equação de acumulação de capital for igualmente deduzida em termos de \tilde{k} , através da aplicação da mesma metodologia usada anteriormente, obtém-se:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{L}}{L},$$

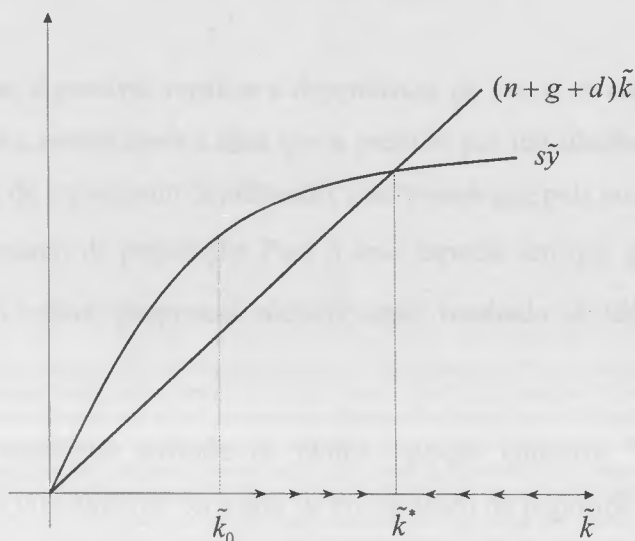
que, combinada com a equação de acumulação de capital anteriormente apurada revela a seguinte igualdade:

$$\dot{\tilde{k}} = s\tilde{y} - (n + g + d)\tilde{k}.$$

O diagrama de Solow com progresso técnico é apresentado no gráfico infra, com a análise a ser muito similar à realizada sem progresso técnico, embora com uma interpretação ligeiramente diferente.

²⁰ As variáveis \tilde{y} e \tilde{k} são muitas vezes referidas como o “produto por unidade efectiva de trabalho” e o “capital por unidade efectiva de trabalho”, derivado do facto do progresso técnico ser “*labor augmenting*”. AL é então a parte “efectiva” de trabalho utilizada na produção.

GRÁFICO 7
O DIAGRAMA DE SOLOW COM PROGRESSO TÉCNICO



Fonte: Romer (1996)

Se a economia começa com um rácio capital-tecnologia que está abaixo do nível de equilíbrio, por exemplo no ponto \tilde{k}_0 , aquele rácio irá aumentar gradualmente ao longo do tempo, uma vez que o montante de investimento que está a ser realizado excede o montante necessário para manter o rácio capital-tecnologia constante. Este raciocínio verifica-se até que $s\tilde{y} = (n + g + d)\tilde{k}$ no ponto \tilde{k}^* , no qual a economia atinge o equilíbrio e cresce ao longo da trajectória de crescimento equilibrado (Barro e Sala-i-Martin, 2001).

O rácio produto-tecnologia de equilíbrio é determinado pela função de produção e pela condição que $\dot{\tilde{k}} = 0$. Resolvendo em ordem a \tilde{k}^* , é possível obter:

$$\tilde{k}^* = \left(\frac{s}{n + g + d} \right)^{1/(1-\alpha)}$$

Substituindo esta expressão na função de produção, tem-se que:

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{s}{n + g + d} \right)^{\alpha/(1-\alpha)}$$

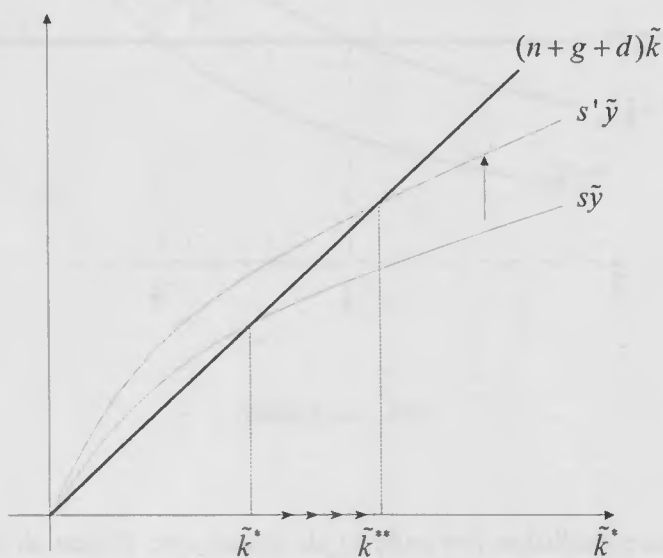
De forma a aferir os impactos destas deduções em termos de produto por trabalhador, reescreve-se a equação do seguinte modo:

$$y^*(t) = A(t) \left(\frac{s}{n+g+d} \right)^{\alpha/(1-\alpha)},$$

onde, explicitamente, é possível verificar a dependência de y e de A em relação ao tempo. Desta última equação, resulta ainda a ideia que o produto por trabalhador é determinado, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, pela tecnologia, pela taxa de investimento e pela taxa de crescimento da população. Para o caso especial em que $g = 0$ e $A_0 = 1$, ou seja, em que não existe progresso técnico, este resultado é idêntico ao apurado anteriormente.

Outro aspecto a considerar advindo da última equação concerne “o modo como as variações na taxa de investimento ou a taxa de crescimento da população afectam o nível de produto por trabalhador de longo prazo, mas não afectam a taxa de crescimento de longo prazo do produto por trabalhador” (Jones, 1998), como se procura demonstrar de seguida. Considere-se uma economia que começa numa situação de equilíbrio, com uma taxa de investimento s , e que aumenta permanentemente essa mesma taxa de investimento para s' , devido, por exemplo, a um subsídio permanente ao investimento. O diagrama de Solow para esta alteração de políticas apresenta-se no gráfico infra, sendo os seus resultados bastante similares ao caso de ausência de progresso técnico.

GRÁFICO 8
AUMENTO DA TAXA DE INVESTIMENTO



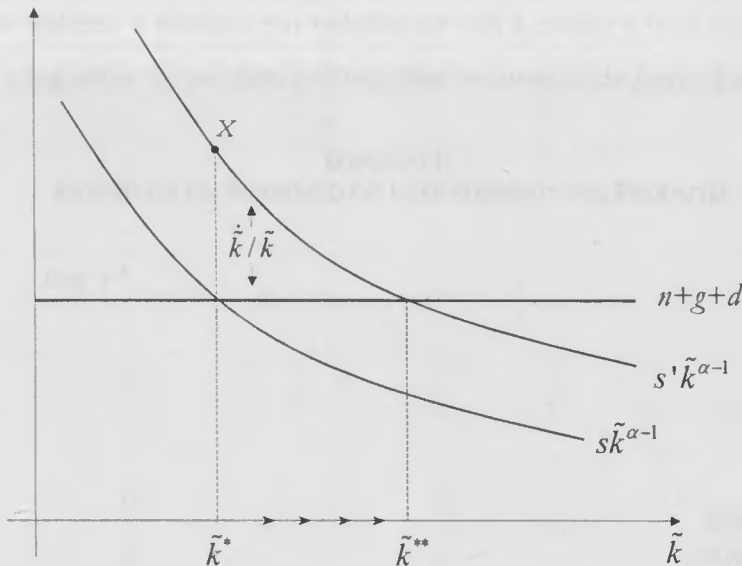
Fonte: Jones (1998)

Com o rácio capital-tecnologia inicial (\tilde{k}^*), o investimento excede o montante necessário para manter esse mesmo rácio constante, pelo que \tilde{k} começa a aumentar. Para aquilatar os efeitos no crescimento tome-se por base a equação de acumulação de capital escrita da seguinte forma:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s \frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} - (n + g + d),$$

e note-se que \tilde{y}/\tilde{k} é igual a $\tilde{k}^{\alpha-1}$. Como se pode ver no gráfico apresentado abaixo, cujo diagrama ilustra a dinâmica de transição que está implícita nesta equação, um aumento da taxa de investimento para s' faz aumentar temporariamente a taxa de crescimento, à medida que a economia transita para um novo equilíbrio, \tilde{k}^{**} . Uma vez que g é constante, um crescimento mais acentuado em \tilde{k} ao longo da trajectória de transição implica que o produto por trabalhador aumenta mais rapidamente que a tecnologia, ou seja, $\dot{y}/y > g$

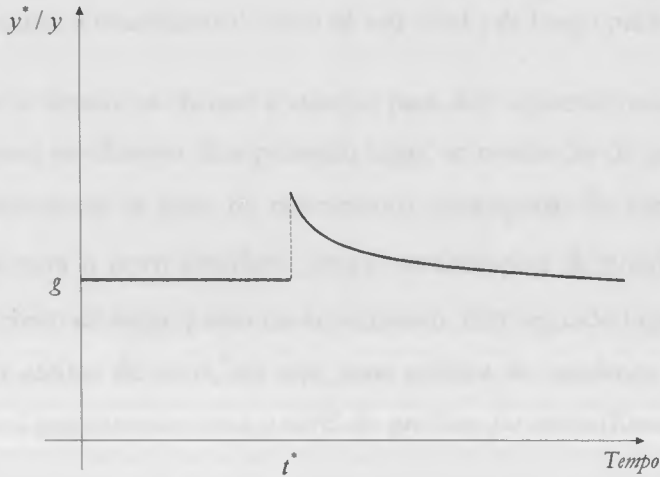
GRÁFICO 9
DINÂMICA DE TRANSIÇÃO ASSOCIADA A UM AUMENTO DA TAXA DE INVESTIMENTO



Fonte: Jones (1998)

O comportamento da taxa de crescimento do produto por trabalhador ao longo do tempo é ilustrado no gráfico seguinte:

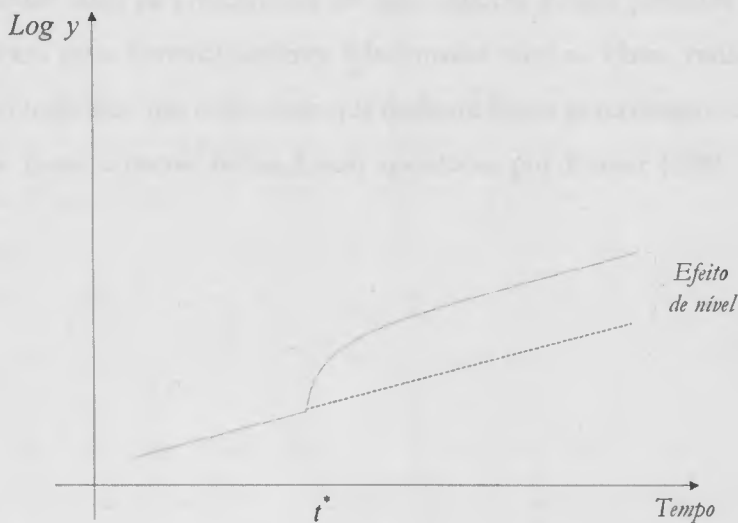
GRÁFICO 10
EFEITO DE UM AUMENTO DO INVESTIMENTO NO CRESCIMENTO



Fonte: Romer (1996)

Por seu turno, o gráfico seguinte aborda os efeitos no crescimento, procurando mostrar o que acontece ao nível de produto (logaritimizado) por trabalhador ao longo do tempo. Antes da mudança de política, o produto por trabalhador está a crescer a uma taxa constante g , de tal modo que o logaritmo do produto por trabalhador aumenta de forma linear.

GRÁFICO 11
EFEITO DE UM AUMENTO DO INVESTIMENTO NO PRODUTO



Fonte: Romer (1996)

Quando ocorre a referida mudança - t^* - o produto por trabalhador começa a crescer mais de forma mais rápida, temporariamente, até que o rácio produto-tecnologia atinja o seu equilíbrio. Neste ponto, o crescimento voltou ao seu nível g de longo prazo.

Este exercício teve o intuito de chamar à atenção para dois aspectos muito importantes da teoria de crescimento neoclássico. Em primeiro lugar, as mudanças de política, no modelo de Solow, fazem aumentar as taxas de crescimento, mas apenas de forma temporária ao longo da transição para o novo equilíbrio, isto é, as alterações de política não têm, neste modelo, qualquer efeito de longo prazo no crescimento. Em segundo lugar, as alterações de política podem ter efeitos de nível, ou seja, uma política de mudança permanente pode aumentar (ou baixar) permanentemente o nível do produto *per capita* (Romer, 1996).

O modelo de crescimento neoclássico apresentado acima parece falhar, na opinião de alguns autores, como por exemplo McCallum (1996), na explicação dos aspectos mais básicos do crescimento actual. Em larga medida, esta falha advém directamente da predição do modelo de que o produto por pessoa se aproxima de uma trajectória de equilíbrio, ao longo da qual cresce a uma taxa que é dada exogenamente. Isto significa que a taxa de crescimento é determinada fora do modelo e é independente das preferências, de muitos aspectos da função de produção e do comportamento das políticas (McCallum, 1996). Consequentemente, o próprio modelo sugere, ou o mesmo crescimento para todas as economias, ou, dependendo da interpretação que lhe é dada, diferentes valores para os quais “não diz nada” (McCallum, 1996). Mas, na realidade, as diferentes nações têm vindo a apresentar diferentes taxas de crescimento *per capita* durante longos períodos de tempo – e, estas taxas parecem estar sistematicamente relacionadas com as várias variáveis nacionais: por exemplo, são mais altas nas economias que dedicam largas percentagens do seu produto ao investimento. Estas e outras falhas foram apontadas por Romer (1986, 1987, 1989) e Lucas (1988).

2.5. TEORIAS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO

Mankiw (1995) argumentou que o modelo neoclássico simples era suficiente para tornar compreensíveis as diferenças internacionais nas trajetórias de crescimento se for adoptada uma perspectiva alargada do capital, incluindo na mesma não só o capital físico mas também o capital humano. Por outro lado, sem qualquer alteração, o modelo não é capaz de explicar as diferenças persistentes nas taxas de crescimento dos diversos países, uma vez que toma a taxa do progresso técnico, g , que de modo único determina a taxa de crescimento em cada país, como exógena.

O principal problema de basear a teoria do crescimento sustentado numa mudança tecnológica exógena reside no facto de existirem inúmeros indícios de que o crescimento da tecnologia depende das decisões económicas pelo menos de modo idêntico ao que depende a acumulação de capital (Aghion e Howitt, 1998). Neste sentido, foram realizadas várias tentativas de *endogeneizar* a tecnologia mesmo antes das “últimas colheitas” de modelos de crescimento endógenos.

2.5.1. Primeiras Tentativas de Endogeneização da Tecnologia

A questão comum a todas aquelas tentativas foi a de como lidar com os rendimentos crescentes num quadro de equilíbrio geral dinâmico (Aghion e Howitt, 1998). Mais especificamente, se é suposto que A seja endogeneizada, então as decisões que fazem com que A cresça têm que ser recompensadas, da mesma forma que K e L têm que ser recompensados. No entanto, uma vez que F exhibe rendimentos constantes em K e L quando A é mantida constante, tem que passar a exhibir rendimentos crescentes nos três factores (K , L e A), quando A o deixa de ser. Não obstante, o teorema de Euler diz que com a existência de rendimentos crescentes nem todos os factores podem ser pagos com a sua produtividade marginal, pelo que, tem de ser encontrado outro referencial que não a normal teoria do equilíbrio geral de Walras (na qual a remuneração de todos os factores é igual à sua produtividade marginal), para constituir a base do modelo neoclássico.

O modelo de Kenneth Arrow (1962) é visto como a primeira tentativa rigorosa de endogeneizar o progresso técnico e de apresentar uma solução para o problema, na medida em que pressupõe que o crescimento de A é uma consequência não intencional da experiência de produção de novos bens de capital, ou seja, de um fenómeno de “*learning by doing*” (Quah, 2001b). Deste modo, a mudança técnica no modelo não implica qualquer

decisão económica deliberada, com o progresso técnico a constituir uma consequência de outras acções económicas, mais concretamente, do investimento, de tal forma que os incentivos que afectarem o investimento afectam, ao mesmo tempo, e da mesma forma, o progresso tecnológico (Quah, 2001b).

O “*learning by doing*” foi assumido pelo autor como puramente externo às empresas que levavam a cabo a produção e às empresas que adquiriam os novos bens de capital, pelo que, desta forma, K e L poderiam continuar a ser remunerados com as suas produtividades marginais, uma vez que num equilíbrio competitivo não seria paga qualquer recompensa adicional a A (Aghion e Howitt, 1998). Não obstante, o crescimento de A tornou-se endógeno, no sentido em que um aumento da propensão a poupar iria afectar a sua trajectória no tempo.

O modelo de Arrow foi calculado, contudo, apenas para o caso de um rácio capital-trabalho fixo e requisitos de trabalho também fixos, o que implicava que no longo prazo o crescimento do produto era limitado pelo crescimento no trabalho e, por conseguinte, estava independente do comportamento da poupança, tal como no modelo de Solow-Swan. Assim sendo, a endogeneidade conduz apenas a uma dependência relativamente ao crescimento da população enquanto determinante do crescimento e a análise não fornece indícios positivos sobre a capacidade de melhorar o crescimento económico, por exemplo, através de incentivos ao investimento de capital (Quah, 2001b).

A ideia que o investimento e o progresso técnico estão fortemente ligados pode ser racionalizada não apenas pela hipótese de Arrow (1962) do “*learning by doing*”, mas também pelo reconhecimento de que as novas ideias, de modo geral, necessitam de novas colheitas de bens de capital para a sua implementação. Kaldor (1957) já havia proposto o abandono por completo da noção de função agregada de produção e a distinção entre aumentos de produtividade derivados do capital ou do progresso técnico, introduzindo uma “função de progresso técnico”, que relaciona a taxa de crescimento de produto com a taxa de investimento, sendo que a forma e a posição de ambas reflectiriam a taxa subjacente às novas ideias e da adaptabilidade da sociedade a essas mesmas ideias. No modelo de Kaldor, contudo, à semelhança do de Arrow, a taxa de crescimento de equilíbrio era independente do comportamento da poupança e era determinada pelas propriedades exógenas da postulada função de progresso técnico.

Os autores **Nordhaus** (1969) e **Shell** (1973) construíram os primeiros modelos de crescimento em que a mudança tecnológica ocorre como resultado de escolhas económicas deliberadas, tendo ambos os modelos assumido que a investigação era motivada pela possibilidade de rendas de monopólio. O modelo de Nordhaus, tal como o de Arrow, não contemplava a existência de rendimentos crescentes suficientes para sustentar o crescimento económico no longo prazo sem o crescimento da população. As dificuldades técnicas em lidar com os rendimentos crescentes num quadro de optimização dinâmico levaram a que Shell (1973) assumisse estritamente rendimentos decrescentes e, como resultado disso, o crescimento sustentado do rendimento *per capita* não era possível sem contar, novamente, com uma fonte adicional exógena de progresso técnico (Aghion e Howitt, 1998).

Foi **Uzawa** (1965) quem mostrou como o crescimento sustentado, a uma taxa endógena, podia ser alcançado no modelo neoclássico. Este autor entendeu que A representava o capital humano por trabalhador e que o seu crescimento requeria o uso de serviços de trabalho sob a forma de inputs educacionais, analisando ainda trajectórias óptimas de crescimento. Sob a hipótese adicional que a função de utilidade, u , era linear, Uzawa (1965) demonstrou que a trajectória de acumulação óptima correspondia a uma em que todo o investimento era especializado ou em capital físico ou em capital humano, até um período finito de tempo no qual o equilíbrio se caracterizava por um crescimento exponencial igual em A e em K . Todavia, o modelo de Uzawa era limitado na descrição das trajectórias de acumulação óptimas e, portanto, não conseguiu resolver o problema de como a economia iria recompensar as actividades que originavam um crescimento de A num mundo de rendimentos crescentes (Aghion e Howitt, 1998).

2.5.2. A abordagem AK

A existência de rendimentos decrescentes na acumulação de capital, os quais desempenham um papel crucial na limitação do crescimento no modelo neoclássico, é um facto inevitável numa economia em que os outros determinantes do produto agregado, nomeadamente a tecnologia e o emprego de força de trabalho, são ambos dados. No entanto, é possível identificar uma classe de modelos em que cada um desses outros determinantes cresce, por hipótese, de forma automática, proporcionalmente ao capital, e nos quais o crescimento deste outro determinante contraria os efeitos dos rendimentos decrescentes, permitindo, deste modo, que o produto cresça em proporção do capital. Estes modelos são

comummente denominados como **modelos AK**, porque assumem uma função de produção com a forma de: $Y = AK$, com o A constante.

Uma primeira variante do modelo AK foi o modelo Harrod-Domar²¹, o qual assume que o *input* trabalho cresce automaticamente em proporção do capital (Barro e Sala-i-Martin, 2001). Para aferir melhor o modo isto se processa, suponha-se, em primeiro lugar, que a função de produção tem coeficientes técnicos fixos, tal que:

$$Y = F(L, K) = \min \{AK, BL\},$$

onde A e B representam os coeficientes fixos. Ao abrigo desta tecnologia, a produção de uma unidade de produto requer $1/A$ unidades de capital e $1/B$ unidades de trabalho, pelo que, se algum dos inputs ficar aquém deste requisito mínimo, não existe nenhuma forma de o compensar pela substituição do outro input. Ou seja, a adopção de uma tecnologia com coeficientes fixos, fará com que se verifique excesso de capital ou excesso de trabalho na economia, dependendo do facto da oferta de capital, dada historicamente, ser superior ou inferior a (B/A) vezes a oferta exógena de trabalho (Barro e Sala-i-Martin, 2001). Quando $AK < BL$, o capital é o factor limitativo, o que fará com que as empresas produzam o montante $Y = AK$ e contratem o montante $(1/B)Y = (1/B)AK < L$ de trabalho.

Com uma taxa de poupança fixa, o stock de capital irá crescer de acordo com expressão:

$$\dot{K} = sAK - dK,$$

pelo que, obviamente, a taxa de crescimento do capital (g) será dada por:

$$g = \frac{\dot{K}}{K} = sA - d.$$

Uma vez que o produto é estritamente proporcional ao capital, g corresponderá, igualmente, à taxa de crescimento do produto e $(g - n)$ será a taxa de crescimento do produto por pessoa.

Num modelo com estas características, um aumento da propensão a poupar (s) fará elevar a taxa de crescimento g . Se o produto por pessoa estiver a aumentar, então a subida no crescimento não será permanente, dado que, com K a crescer mais rapidamente que L ,

²¹ Ver Harrod (1939) e Domar (1957).

eventualmente a restrição de alavanca do produto tornar-se-á a disponibilidade de trabalho em detrimento da disponibilidade de capital (Aghion e Howitt, 1998). Por outro lado, se o produto por pessoa estiver a diminuir, o aumento no crescimento resultante de uma subida da poupança será permanente e, neste caso, os rendimentos decrescentes nunca começarão, já que o crescimento mais rápido do capital será acompanhado por um crescimento permanentemente mais rápido do input trabalho, o qual é tornado possível pelo facto existir sempre um excedente de desempregados na economia (Aghion e Howitt, 1998).

A outra variante do modelo AK assume que o conhecimento tecnológico, em detrimento do emprego, constitui o factor que cresce automaticamente com o capital, baseando-se na ideia de que o conhecimento tecnológico é, por si próprio, um tipo de bem de capital que, como tal: (i) pode ser utilizado em combinação com os outros factores de produção para produzir o produto final; (ii) pode ser armazenado ao longo do tempo porque não se gasta completamente de cada vez que é utilizado no processo produtivo; e (iii) pode ser acumulado através da I&D e de outras actividades criadoras de conhecimento, processo este que envolve o sacrifício de recursos actuais em troca de benefícios futuros (Aghion e Howitt, 1998). Em todos estes aspectos o conhecimento é tão-somente um tipo de bem de capital “sem corpo”, ou seja, imaterial.

Uma vez que K está a ser interpretado, de uma forma tão lata quanto possível, como o conjunto dos diferentes tipos de bens de capital, pressupõe-se que o conhecimento tecnológico esteja incluído neste agregado.

Frankel (1962), observou que por causa desta similaridade entre o conhecimento e o capital, a estrutura AK não requeria nem os coeficientes fixos nem o desemprego “que aumenta sempre” do modelo de Harrod-Domar, assumindo como alternativa que cada firma j possuía uma função de produção com a seguinte forma:

$$Y_j = \bar{A}K_j^\alpha L_j^{1-\alpha},$$

em que K_j e L_j dizem respeito ao capital e trabalho da própria firma. Se todas as firmas enfrentarem a mesma tecnologia e os mesmos preços dos factores, irão contratar os factores nas mesmas proporções e, deste modo, o produto agregado pode ser escrito como:

$$Y = \bar{A}K^\alpha L^{1-\alpha}.$$

Frankel (1962) assumiu igualmente que o factor de escala comum - \bar{A} - é função do rácio capital/trabalho global:

$$\bar{A} = A(K/L)^\beta,$$

já que, em muitos aspectos, o stock de conhecimento depende do montante de capital por pessoa na economia. O autor admitiu por hipótese que, embora \bar{A} fosse endógena para a economia, era tomada como um dado por cada firma, porque a firma apenas iria internalizar um montante negligenciável do efeito que as suas próprias decisões de investimento têm no nível agregado de stock de capital (Aghion e Howitt, 1998).

Frankel (1962) chamou ainda à atenção para o caso especial em que $\alpha + \beta = 1$, salientando que, nestas circunstâncias, à medida que o capital aumenta, o produto aumenta proporcionalmente, embora se verifique uma situação de pleno emprego contínuo da força de trabalho e embora se verifique, também, substituíbilidade na função de produção agregada, porque o conhecimento aumenta automaticamente, em proporção. O resto do modelo é idêntico ao modelo de Harrod-Domar, excepto no facto de que, desta feita, um acréscimo na propensão a poupar (s) irá aumentar a taxa de crescimento permanentemente, mesmo no caso em que o produto por pessoa esteja, inicialmente, a crescer a uma taxa positiva.

A contribuição de Frankel parece ter permanecido despercebida pela classe profissional durante aproximadamente trinta anos, tendo a ideia básica do seu modelo AK sido redescoberta por **Romer** (1986)²², o qual projectou a sua análise em termos do modelo de Ramsey da maximização intemporal da utilidade por agente individual representativo, tomando em consideração que os indivíduos não internalizam as externalidades associadas ao crescimento do conhecimento (Aghion e Howitt, 1998). O contributo de Romer foi tornado conhecido pelo artigo influente de Lucas (1988), tornando-se mesmo um *benchmark* da literatura moderna de crescimento endógeno (Jones, 1998).

Romer (1986) assume uma função de produção com externalidades, do mesmo tipo da que tinha sido considerada por Frankel, e centralizou a sua análise no caso em que a oferta de trabalho por firma era igual à unidade e a taxa de depreciação era zero. A poupança era

²² Romer expôs, na realidade, mais do que um modelo AK, explorando ao máximo o que a sua abordagem permitia relativamente a uma função de utilidade geral, e assumiu que existiam rendimentos sociais estritamente crescentes para o capital. O que aqui se apresenta, é o caso especial que muitos dos seus seguidores extraíram da análise de Romer, no qual se verificam rendimentos sociais constantes para o capital e uma função de utilidade isoelástica (Aghion e Howitt, 1998).

determinada pelo proprietário da firma, com um trabalhador, representativa, cujo problema dinâmico de optimização era o seguinte:

$$\max \int_0^{\infty} u(c_t) e^{-\rho t}$$

$$\text{s. a } \dot{K} = \bar{A}K^{\alpha} - c \quad \text{e} \quad \dot{K} = 0,$$

tomando a trajectória no tempo de \bar{A} , como dada exogenamente. Assumindo uma elasticidade de substituição intertemporal constante, nomeadamente $u(c) = \frac{c^{1-\varepsilon} - 1}{1-\varepsilon}$, obtém-se

a condição de Euler:

$$-\varepsilon \frac{\dot{c}}{c} = \rho - \alpha \bar{A}K^{\alpha-1}.$$

Tendo expectativas racionais, os indivíduos antecipam correctamente o mesmo nível de capital que deve ser escolhido, em cada momento, por todas as firmas (dado que estas são todas idênticas) e, deste modo $\bar{A} = AK^{\beta}$. Assim sendo, a condição de Euler acima pode ser escrita como:

$$-\varepsilon \frac{\dot{c}}{c} = \rho - \alpha AK^{\alpha+\beta-1}.$$

Se $\alpha + \beta = 1$, ou por outras palavras, se existirem rendimentos sociais constantes para o capital (tal como no caso que Frankel destacou), então a economia irá manter uma taxa de crescimento estritamente positiva mas finita – g – na qual os rendimentos decrescentes privados para o capital são compensados pelas melhorias na tecnologia (\bar{A}) que eles induzem. Mais precisamente, neste caso a condição de Euler acima implica que:

$$g = \frac{\alpha A - \rho}{\varepsilon}.$$

Em particular, observa-se que quanto mais alta for a taxa de desconto (ρ), isto é, quanto mais baixa for a propensão a poupar, ou quanto menor for a elasticidade de substituição intertemporal medida por $1/\varepsilon$, ou ainda quanto mais decrescente for o rendimento privado para o capital K (isto é, quanto mais baixo for α), então, menor será a taxa de crescimento de equilíbrio (g).

Para além disso, se se considerasse o parâmetro da tecnologia A era igual ao stock total de acumulação de capital (em vez do stock médio), ter-se-ia $\bar{A} = A(NK)^\beta$ em equilíbrio, com a correspondente taxa de crescimento de equilíbrio a ser dada por:

$$g = \frac{N^{1-\alpha} A\alpha - \rho}{\varepsilon}.$$

Deste modo, quanto maior fosse o número de firmas, N , mais externalidades ocorreriam na geração do novo conhecimento tecnológico na economia e, portanto, mais rapidamente esta cresceria. Por outras palavras, a taxa de crescimento deve estar positivamente correlacionada com a escala da economia, sendo esta medida em termos do número de firmas²³.

Uma implicação imediata da correlação positiva entre a dimensão e o crescimento reside no facto da liberalização do comércio poder ser “*growth enhancing*”, ou seja, catalizadora de crescimento (Aghion e Howitt, 1998). Embora o comércio livre já tivesse sido defendido em campos puramente estáticos (desde a teoria das vantagens comparativas de Ricardo até às mais recentes explicações baseadas na diversificação de produtos de Dixit e Norman, entre outros), não existia nenhuma versão dinâmica que pudesse ser apresentada, anterior aos primeiros modelos de crescimento endógeno (Aghion e Howitt, 1998).

Na realidade, Romer (1986) assumiu que $\alpha + \beta > 1$, ou seja, a existência de rendimentos sociais crescentes para o capital, demonstrando que, neste caso, o crescimento aceleraria indefinidamente. No caso de rendimentos decrescentes ($\alpha + \beta < 1$), o crescimento desaparecerá assintoticamente à semelhança do modelo de Solow sem o progresso técnico.

Em suma, os principais resultados obtidos neste primeiro modelo de crescimento endógeno podem ser agrupados, tal como é apresentado em Aghion e Howitt (1998) e Barro e Sala-i-Martin (1995), entre outros, num conjunto de aspectos que se apresentam de seguida. Em primeiro lugar, quando existem rendimentos sociais constantes para o capital, então as características da economia tais como a taxa de desconto (isto é, o comportamento de poupança dos consumidores individuais) ou a dimensão da economia (isto é, o número de firmas) irão afectar o crescimento de longo prazo. Em segundo lugar, precisamente porque os indivíduos e as firmas individuais não internalizam o efeito da acumulação individual do

²³ Este efeito de escala constitui um aspecto comum à maior parte dos modelos de crescimento endógeno.

capital no conhecimento \bar{A} quando optimizam c e K , a taxa de crescimento de equilíbrio $g = \frac{\alpha A - \rho}{\varepsilon}$ é inferior à taxa óptima de crescimento em termos sociais²⁴.

Em terceiro lugar, embora o crescimento tenha sido endogeneizado, ele assenta numa acumulação do conhecimento *externa* (e por conseguinte não remunerada). Como já se viu, a introdução de recompensas para o progresso técnico acrescenta uma nova dimensão de complexidade, já que se afasta de um mundo de concorrência perfeita e se aproxima de um mundo com grandes firmas individuais²⁵.

Em quarto lugar, no caso de $\alpha + \beta = 1$, variações nos parâmetros α e β entre diversos países resultarão em diferenças permanentes nas taxas de crescimento económico, pelo que, assim sendo, a abordagem AK simples não prevê a convergência condicional no rendimento *per capita*; a distribuição seccional do rendimento deveria, em vez disso, exibir divergência condicional e absoluta²⁶.

Por último, a presença de uma tecnologia AK tem fortes implicações em termos dos efeitos de bem-estar das políticas fiscais. No modelo neoclássico poderia dar-se o caso de uma economia “sobreacumular” capital e, portanto, quando o stock de capital era muito grande (e por isso a sua produtividade marginal era muito pequena), o custo, em termos de consumo, da substituição das máquinas que depreciam, torna-se superior à produtividade marginal dessas máquinas. Existe, assim por dizer, uma “ineficiência dinâmica” e o consumo, em todos os períodos, pode ser aumentado por via de uma redução do stock de

²⁴ De um modo mais formal, o planificador social resolveria o seguinte problema dinâmico (o qual internaliza o facto de $\bar{A} = AK^\beta$):

$$\begin{aligned} \max \int_0^{\infty} e^{-\rho t} u(c_t) dt \\ \text{s.a } \dot{K} = AK^{\alpha+\beta} - c \end{aligned}$$

Quando $u(c) = \frac{c^{1-\varepsilon} - 1}{1-\varepsilon}$, obtém-se a equação de Euler $-\varepsilon \frac{\dot{c}}{c} = \rho - (\alpha + \beta)AK^{\alpha+\beta-1}$. Com rendimentos sociais constantes para o capital ($\alpha + \beta = 1$), apura-se a taxa de crescimento óptima em termos sociais:

$$g^* = \frac{(\alpha + \beta)A - \rho}{\varepsilon} > g = \frac{\alpha A - \rho}{\varepsilon}$$

²⁵ A incorporação de concorrência imperfeita num modelo de equilíbrio geral é uma das maiores realizações do segundo modelo de Romer (1987, 1990) que será objecto de estudo no ponto seguinte (1.5.3).

²⁶ Existem dois tipos de convergência que, normalmente, são aflorados nas discussões relativas ao crescimento entre países ou entre regiões. A *convergência absoluta* ocorre quando as áreas mais pobres crescem mais rapidamente que as áreas mais ricas, quaisquer que sejam as respectivas características. A *convergência condicional* acontece quando um país (ou uma região) cresce mais rapidamente quanto mais abaixo estiver relativamente ao seu “steady state”, e constitui uma forma mais fraca de convergência.

capital. Contudo, quando a tecnologia é AK, a produtividade marginal é constante e, por consequência, não existe qualquer ineficiência dinâmica independentemente do tamanho do stock de capital.

2.5.3. Mudança Tecnológica (Inovação) Endógena

É um facto que o modelo de crescimento neoclássico destaca o progresso técnico como o motor do crescimento económico, mas é omissivo quanto às verdadeiras forças económicas que estão subjacentes a esse mesmo progresso técnico. Um elemento fundamental deste processo de apreensão diz respeito ao reconhecimento de que o progresso técnico ocorre à medida que as firmas procuram maximizar os seus lucros e os inventores procuram descobrir novos e melhores funcionamentos. *“It is not from the benevolence of the butcher, the brewer, or the baker, that we expect our dinner, but from their regard to their own interest”* (Adam Smith, 1981, p. 26-27), ou seja, é a possibilidade de auferir um lucro que leva as firmas a desenvolver um determinado computador que “cabe na mão”, ou uma bebida com apenas duas calorias, ou uma forma de gravar programas de televisão e filmes que podem, depois, ser reproduzidos à conveniência de cada um. No fundo, as melhorias na tecnologia e próprio processo de crescimento económico são encarados como um resultado endógeno da economia.

A teoria específica que se desenvolve neste ponto procura, pois, responder a questões como o facto das economias mais avançadas do mundo terem crescido sempre a taxas consideráveis no último século, ou a origem do progresso técnico, ou ainda, as expectativas mais ou menos duradouras de crescimento. Para este efeito, existem três trabalhos de referência - **Romer** (1990), **Grossman e Helpman** (1991), **Aghion e Howitt** (1992)²⁷ – que, para muitos autores (por exemplo para Jones(1998) e Quah (2001b)), são os melhores no proporcionar de modelos teóricos explícitos de progresso técnico endógeno.

Com efeito, ao contrário de outras análises, estes modelos produzem equilíbrio mesmo quando a taxa de crescimento da tecnologia é afectada por incentivos económicos relativos à acumulação do capital, à I&D, ou ambas. Ao mesmo tempo, as implicações microeconómicas destes modelos são novas e interessantes, já que expõem a tensão que existe entre, por um lado, as políticas que permitem comportamentos não concorrenciais do

²⁷ Grossman e Helpman (1991) e Aghion e Howitt (1992) são por vezes denominados modelos de crescimento Schumpeterianos, uma vez que foram antecipados pelo trabalho de Joseph Schumpeter no final dos anos 30 e princípio dos anos 40.

lado da oferta (incorrendo em perdas de bem estar no processo) de tal forma que, por outro lado, se alimentam as inovações tecnológicas e, por consequência, o crescimento económico. Assim sendo, como forma de escalpelizar as vantagens de utilização deste tipo de modelos e de aquilatar os elementos inovadores que os mesmos contemplam, escolheu-se, para efeitos de análise mais aprofundada, uma versão do modelo de Romer, baseada em Jones (1995), pela mesma apresentar procedimentos metodológicos semelhantes, na forma e na hierarquia pela qual aparecem, relativamente a outras análises já efectuadas neste primeiro capítulo, nomeadamente no que concerne ao modelo neoclássico.

O modelo de Romer (1990) faz a endogeneização do progresso técnico através da introdução da procura de novas ideias por parte dos investigadores, interessados em tirar algum proveito financeiro das suas invenções. Começamos então por traçar os contornos dos elementos básicos deste modelo e aferir as suas implicações para o crescimento económico, deixando a estrutura de mercado e os incentivos económicos que estão no centro deste processo para mais tarde.

O modelo foi concebido para explicar *porque* e *como* os países avançados do mundo exibem crescimento sustentado. Por oposição ao modelo neoclássico, que podia ser aplicado a diferentes países, o modelo agora abordado descreve os países avançados do mundo como um todo, sendo o progresso técnico accionado pela investigação e desenvolvimento do mundo avançado.

À semelhança do modelo de Solow, também existem dois elementos principais no **modelo de mudança tecnológica endógena** de Romer: uma equação que descreve a função de produção e um conjunto de equações que descreve o modo como os inputs da função de produção evoluem ao longo do tempo (Aghion e Howitt, 1998). Neste sentido, as equações fundamentais serão semelhantes às do modelo de Solow, com uma importante diferença: a função de produção agregada no modelo de Romer descreve o modo como o "stock de capital K e o trabalho L_Y , combinam para produzir o output Y , utilizando para tal o stock de ideias A , isto é:

$$Y = K^\alpha (AL_Y)^{1-\alpha},$$

em que α é um parâmetro entre 0 e 1. Para um determinado nível de tecnologia, A , a função de produção supra exhibe rendimentos à escala constantes em K e L_Y mas, uma vez que as ideias são, também, um input da produção, então, verificam-se rendimentos

crecentes. Jones (1998) exemplifica este facto afirmando que quando duas pessoas “inventam um método para montar computadores, esse método (a ideia) não necessita de ser inventada outra vez; para duplicar a produção de computadores, aquelas duas pessoas apenas têm que duplicar o número de circuitos integrados, fios, etc., e encontrar um espaço maior”. Ou seja, a função de produção exhibe rendimentos constantes à escala para os inputs de capital e trabalho e, por conseguinte, exhibe rendimentos crescentes no que respeita aos três inputs: se duplica o capital, o trabalho e o stock de ideias, mais do que duplica o produto²⁸.

As equações de acumulação de capital e trabalho são idênticas às do modelo de Solow. A força de trabalho, que é equivalente à população, cresce exponencialmente a uma taxa constante e exógena: $\dot{L}/L = n$. Por sua vez, o capital acumula à medida que as pessoas na economia renunciam ao consumo a uma determinada taxa, s_Y , e deprecia-se a uma taxa exógena d :

$$\dot{K} = s_Y Y - dK.$$

A equação chave, que é nova relativamente ao modelo neoclássico, é aquela que descreve o progresso técnico. No modelo neoclássico, o termo referente à tecnologia – A – cresce exogenamente a uma taxa constante, enquanto que no modelo de Romer o crescimento de A é endogeneizado. Com efeito, de acordo com Romer (1990), $A(t)$ corresponde ao stock de conhecimento ou ao número de ideias que foram inventadas no decurso da história até ao momento t , pelo que \dot{A} representa o número de novas ideias produzidas em cada momento do tempo, sendo, na versão mais simples do modelo, igual ao número de pessoas que tenta descobrir novas ideias, L_A , multiplicado pela taxa à qual eles descobrem essas novas ideias ($\bar{\delta}$), tal que: $\dot{A} = \bar{\delta} L_A$.

A força de trabalho é usada para produzir novas ideias ou para produzir produto, fazendo com que a economia enfrente a seguinte restrição de recursos:

$$L_A + L_Y = L.$$

²⁸ A presença de rendimentos crescentes à escla resulta fundamentalmente da natureza de não rivalidade das ideias, como se discutirá no capítulo seguinte.

A taxa a que os investigadores descobrem novas ideias pode, simplesmente, ser uma constante. Mas, por outro lado, pode-se imaginar que ela depende do stock de ideias que já foram inventadas: por exemplo, talvez a invenção de ideias no passado aumente a produtividade dos investigadores no presente e, nesse caso, $\bar{\delta}$ seria uma função crescente de A^{29} . Por outro lado, talvez as ideias mais óbvias são descobertas em primeiro lugar e as ideias subsequentes são crescentemente difíceis de descobrir, sendo que, neste caso $\bar{\delta}$ seria uma função decrescente de A . Em suma, todas estas linhas de raciocínio sugerem modelizar a taxa, à qual as novas ideias são produzidas, da seguinte forma:

$$\bar{\delta} = \delta A^{\phi},$$

em que δ e ϕ são constantes. Nesta equação, $\phi > 0$ indica que a produtividade da investigação aumenta com o stock de ideias que já foram produzidas; $\phi < 0$ corresponde a uma situação de "fishing out", na qual "the fish becomes harder to catch over the time" (Jones, 1998, p.92). Finalmente, se $\phi = 0$ indica que a tendência para as ideias mais óbvias serem descobertas em primeiro lugar compensa o facto das ideias mais antigas poderem facilitar a descoberta de novas ideias, ou seja, a produtividade da investigação é independente do stock de conhecimento.

É igualmente possível que a produtividade média da investigação dependa do número de pessoas que procura essas ideias, em qualquer momento do tempo, sendo, por exemplo, a duplicação de esforço talvez mais provável quando existem mais pessoas a trabalhar em investigação (Jones, 1998). Uma forma de modelizar esta possibilidade consiste em supor L_A^{λ} (em que λ é um parâmetro entre 0 e 1) em vez de L_A na representação das novas ideias na função de produção. Este aspecto, conjuntamente com os outros abordados, sugere a consideração da seguinte função de produção geral para as ideias:

$$\dot{A} = \delta L_A^{\lambda} A^{\phi} \quad 30.$$

As duas últimas equações ilustram um aspecto muito importante da modelização do crescimento económico. Os investigadores individuais, sendo pequenos comparativamente à economia considerada como um todo, tomam $\bar{\delta}$ como um dado e observam

²⁹ A descoberta do cálculo, a invenção do laser e o desenvolvimento de circuitos integrados são exemplos de ideias que vieram aumentar a produtividade da investigação posterior (Jones, 1998).

³⁰ Por razões que mais tarde se tornarão claras, assumi-se que $\phi < 1$.

rendimentos constantes para a investigação, sendo que cada indivíduo que trabalhe em investigação cria $\bar{\delta}$ novas ideias. Na economia como um todo, contudo, a função de produção de ideias pode não ser caracterizada por rendimentos constantes à escala, já que, enquanto $\bar{\delta}$ varia apenas num montante ínfimo em resposta às acções do investigador individual, varia claramente com o esforço de investigação agregado³¹. Por exemplo, $\lambda < 1$ pode reflectir uma externalidade associada à duplicação, já que algumas das ideias criadas por um investigador individual podem não ser novas para a economia no seu todo. De acordo com Jones (1998) este processo é “análogo ao do congestionamento numa auto-estrada, já que cada condutor ignora o facto de que a sua presença torna ligeiramente mais difícil que os outros condutores cheguem onde querem”, ou seja, o efeito de cada condutor é negligenciável mas somando os dos outros condutores, pode-se obter um efeito global importante.

De modo similar, a presença de A^ϕ é tratada como externa para o agente individual. Considere-se o caso de $\phi > 0$, que reflecte um efeito (“*spillover*”) positivo do conhecimento na investigação. Tal como Jones (1998) destaca, os ganhos para a sociedade da teoria da gravidade ultrapassaram largamente o benefício que Newton conseguiu retirar, verificando-se que muito do conhecimento que ele criou, derramou (“*spilled over*”) para os investigadores subsequentes; por outro lado, o próprio Newton também retirou benefícios do conhecimento criado por cientistas precedentes (como Kepler), tal como reconheceu na sua afirmação: “*If I have seen farther than others, it is because I was standing on the shoulders of giants*” (Jones, 1998, p.93). Tendo presente este aspecto Jones (1998) sugere que a externalidade associada a $\phi > 0$ seja denominada como o efeito “*standing on the shoulders*” e, por extensão, que a externalidade associada a $\lambda < 1$ seja denominada como o efeito “*stepping on toes*”.

Partindo do princípio que uma fracção constante da população é empregue na produção de ideias, o modelo de Romer (1990) acompanha a ideia do modelo neoclássico segundo a qual todo o crescimento *per capita* é causado pelo progresso técnico. Se, como anteriormente, g_X representar a taxa de crescimento de uma determinada variável x ao longo da trajectória de crescimento equilibrado, então: $g_y = g_k = g_A$, ou seja, o produto *per capita*, o rácio capital-trabalho e o stock de ideias devem crescer todos à mesma taxa ao longo da trajectória de

³¹ Note-se que a expressão exacta para $\bar{\delta}$, que incorpora quer a duplicação quer os efeitos do conhecimento é $\bar{\delta} = \delta L_A^{\lambda-1} A^\phi$.

crescimento equilibrado³², significando isto, na prática, que sem progresso técnico no modelo não existiria crescimento.

Para apurar a taxa do progresso técnico, procede-se à reformulação da função de produção de ideias, dividindo ambos os membros da equação por A :

$$\frac{\dot{A}}{A} = \delta \frac{L_A^\lambda}{A^{1-\phi}}$$

Ao longo da trajectória de crescimento equilibrado $\dot{A}/A = g_A$ é constante, mas esta taxa de crescimento será constante, se e só se, o numerador e o denominador do lado direito da equação crescerem à mesma taxa (Barro e Sala-i-Martin, 2001). Logaritmizando e derivando ambos os lados da equação tem-se que:

$$0 = \lambda \frac{\dot{L}_A}{L_A} - (1-\phi) \frac{\dot{A}}{A}$$

Ou seja, ao longo da trajectória de crescimento equilibrado, a taxa de crescimento do número de investigadores tem de ser igual à taxa de crescimento da população, porque caso fosse superior, o número de investigadores iria, eventualmente, exceder a população, o que é de todo impossível (Quah, 2001b). Assim verifica-se: $\dot{L}_A/L_A = n$ que, substituindo na equação permite obter:

$$g_A = \frac{\lambda n}{1-\phi}$$

Nestes termos, a taxa de crescimento de longo prazo desta economia é determinada pelos parâmetros da função de produção de ideias e pela taxa de crescimento dos investigadores, que, em última instância é determinada pela taxa de crescimento da população.

Vários aspectos desta equação merecem um comentário mais aprofundado. Em primeiro lugar, a própria intuição que está por detrás da equação pode ser mais facilmente apreendida se se considerar o caso especial em que $\lambda = 1$ e $\phi = 0$ (o que faz com que a produtividade dos investigadores seja a constante δ), no qual não existe problema de duplicação na investigação e a produtividade de um investigador hoje é independente do stock de ideias

³² Mesmo intuitivamente é possível perceber que o rácio capital-produto deve ser constante ao longo da trajectória de crescimento equilibrado, pelo que, a função de produção implica que y e k devem crescer à mesma taxa que A .

que foram descobertas no passado, pelo que a função de produção de ideias assume a forma de $\dot{A} = \delta L_A$. Se, por suposição, o número de pessoas que trabalham na procura de ideias for constante, como δ também é constante, a economia gera um número constante de novas ideias (δL_A) em cada período.

Para concretizar um pouco mais, suponha-se que $\delta L_A = 200$. A economia começa com um determinado stock de ideias - A_0 - gerado pelas descobertas anteriores e, inicialmente, as 200 novas ideias por período podem ser uma parcela considerável do stock existente (A_0). Contudo, ao longo do tempo, o stock cresce e as 200 novas ideias tornam-se uma parcela cada vez menor do stock existente, fazendo com que, por consequência, a taxa de crescimento do stock de ideias diminua ao longo do tempo, aproximando-se eventualmente de zero. Note-se, no entanto, que o progresso técnico nunca cessa, já que a economia está permanentemente a criar 200 novas ideias. O que se passa é apenas um fenómeno de proporção das 200 novas ideias relativamente ao stock acumulado.

Não obstante, para que se gere crescimento é necessário que o número de ideias expanda ao longo do tempo, o que ocorre se o número de investigadores estiver a aumentar, como resultado do crescimento da população mundial (Jones, 1998). Mais investigadores são sinónimo de mais ideias, dando sustentabilidade ao crescimento no modelo, pelo que, neste caso, o crescimento das ideias está claramente relacionado com o crescimento da população, explicando assim a presença deste na equação supra (Quah, 2001b).

É interessante comparar este resultado com o efeito do crescimento da população no modelo neoclássico, onde uma taxa de crescimento da população superior reduzia o nível do produto ao longo da trajectória de crescimento de equilíbrio e, onde mais pessoas significavam que era necessário mais capital para manter K/L constante sendo que, por outro lado, o capital passava a registar rendimentos decrescentes. Por seu turno, no modelo de Romer (1990), verifica-se um importante efeito adicional, uma vez que as pessoas são o input chave para o processo criativo, pelo que uma população maior gera mais ideias, e, porque estão não têm rivalidade no consumo, todas as pessoas da economia beneficiam do processo³³.

³³ A implicação de que a taxa de crescimento *per capita* da economia mundial depende do crescimento da população é muito difícil de testar, principalmente porque estamos perante um modelo que se destina a descrever os países avançados como um todo, o que impossibilita o uso de dados entre países para testar o modelo (Jones, 1998).

O resultado de que a taxa de crescimento da economia depende da taxa de crescimento da população implica um outro resultado aparentemente forte: se a população, ou pelo menos o número de investigadores, parará de crescer, o crescimento de longo prazo cessa; posto de outra forma, se o esforço de investigação no mundo fosse constante ao longo do tempo, o crescimento económico seria interrompido, de acordo com Romer (1990), uma vez que um esforço de investigação constante não é capaz de responder aos aumentos proporcionais no stock de ideias necessários para gerar o crescimento de longo prazo.

Na realidade, Romer (1990) concebe um caso especial no qual o esforço constante de investigação é capaz de sustentar o crescimento de longo prazo. Com efeito, na função de produção de ideias original o autor assume que $\lambda = 1$ e $\phi = 1$, ou seja, $\dot{A} = \delta L_A A$, que pode também ser escrita como $\frac{\dot{A}}{A} = \delta L_A$, demonstrando assim que esta versão do modelo de Romer gera um crescimento sustentado na presença de um esforço de investigação constante. Neste caso, Romer (1990) assume que a produtividade da investigação é proporcional ao stock de ideias existente: $\bar{\delta} = \delta A$, fazendo com que a mesma cresça ao longo do tempo, mesmo que o número de investigadores seja constante.

Segundo Jones (1998) a vantagem desta especificação é, contudo, também o seu inconveniente. Tendo presente que o esforço de investigação mundial aumentou enormemente nos últimos 40 anos, em particular, e durante o último século, em geral, constata-se que L_A tem vindo a crescer rapidamente ao longo do tempo o que, de acordo com a formulação original de Romer³⁴, faria com que a taxa de crescimento das economias avançadas também tivesse crescido rapidamente durante aqueles períodos, o que está muito longe da verdade³⁵. Esta constatação faz rejeitar facilmente a previsão da formulação original de Romer, o que, na opinião de Jones (1995), pode ser evitado considerando ϕ inferior a 1, situação que remete para os resultados apresentados anteriormente³⁶.

Note-se que esta linha de raciocínio não coloca de parte a hipótese de rendimentos crescentes na investigação ou de "spillovers" positivos no conhecimento, com o parâmetro

³⁴ $\frac{\dot{A}}{A} = \delta L_A$.

³⁵ A taxa de crescimento da economia norte-americana, por exemplo, está muito próxima de 1,8% de taxa anual nos últimos 100 anos (Jones, 1998).

³⁶ Nomeadamente: $g_A = \frac{\lambda n}{1 - \phi}$.

destes - ϕ - a poder assumir valores positivos e elevados, chamando, sim, à atenção para o facto de o caso arbitrário em que $\phi = 1$, ser fortemente rejeitado pelas observações empíricas³⁷.

O derradeiro comentário, no âmbito das implicações para o crescimento que o modelo de tecnologia de Romer (1990), diz respeito à similaridade de resultados entre este modelo (com progresso técnico endógeno) e o modelo neoclássico (com progresso técnico exógeno), num aspecto muito importante: as alterações de política governamental e as mudanças na taxa de investimento não têm efeitos de longo prazo no crescimento económico. De facto, a taxa de crescimento de longo prazo não varia face a alterações na taxa de investimento, ou mesmo, relativamente a alterações na percentagem de população que está afectada à investigação, como se pode constatar na equação pelo facto de nenhum dos parâmetros da equação $g_A = \frac{\lambda n}{1-\phi}$ variar perante aqueles fenómenos. Em vez disso, estas políticas afectam a taxa de crescimento, ao longo da trajectória de transição para o novo equilíbrio, alterando o nível do rendimento, ou seja, mesmos depois de endogeneizada a tecnologia neste modelo, a taxa de crescimento de longo prazo não pode ser manipulada pelos decisores políticos que usam políticas convencionais tais como subsídios à I&D.

O facto de as políticas normais não afectarem o crescimento de longo prazo não é uma característica do modelo de Romer original nem de muitos outros modelos de crescimento baseados em ideias, como os de Grossman e Helpman (1991) e de Agion e Howitt (1992), já que muito do trabalho da teoria do crescimento endógeno (nova teoria do crescimento) procura justamente desenvolver modelos em que as alterações de políticas possam ter efeitos no crescimento de longo prazo.

Os modelos baseados em ideias, nos quais as mudanças de políticas podem aumentar permanentemente a taxa de crescimento da economia, assentam todos na hipótese de $\phi = 1$, ou num seu equivalente, o que, como foi demonstrado acima, gera a previsão contraditória de que as taxas de crescimento devem acelerar ao longo do tempo com o crescimento da população. Jones (1995) generalizou estes modelos para o caso de $\phi < 1$, de forma a eliminar aquela insuficiência, e conseguiu demonstrar, de algum modo surpreendentemente, que tal medida elimina, também, os efeitos das políticas no crescimento de longo prazo.

³⁷ A mesma evidência também exclui valores de $\phi > 1$, os quais gerariam taxas de crescimento cada vez mais acentuadas, mesmo com a população constante (Jones, 1998).

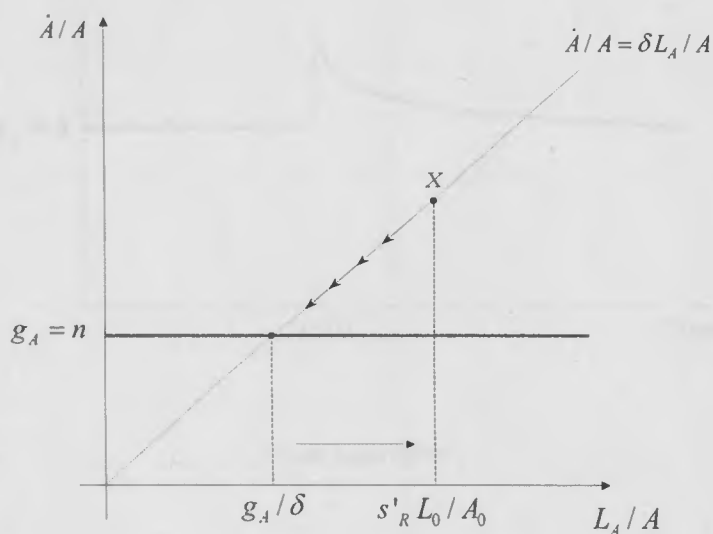
Considere-se que se verifica um aumento permanente da percentagem de população que procura novas ideias, ou seja, um aumento da fracção da força de trabalho que faz investigação, por exemplo, devido a um subsídio governamental para a I&D³⁸. Para simplificar, Romer (1990) supõe novamente que $\phi=0$ e $\lambda=1$ (o que não afecta qualitativamente nenhum dos resultados), o que permite reescrever a equação $\frac{\dot{A}}{A} = \delta \frac{L_A^\lambda}{A^{1-\phi}}$ tal

que: $\frac{\dot{A}}{A} = \delta \frac{s_R L}{A}$, em que s_R é definido como a percentagem de população a trabalhar em

I&D, ou seja, $L_A = s_R L$.

A figura infra mostra o que acontece ao progresso técnico quando s_R aumenta permanentemente para s'_R , assumindo que a economia parte de uma situação de equilíbrio. Em equilíbrio, a economia cresce ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado a uma taxa de progresso técnico g_A que, ao abrigo das hipótese levantadas, iguala a taxa de crescimento da população, fazendo com que o rácio L_A/A seja, por sua vez, igual a g_A/δ .

GRÁFICO 12
AUMENTO DA PERCENTAGEM DE PESSOAS AFECTAS A I&D

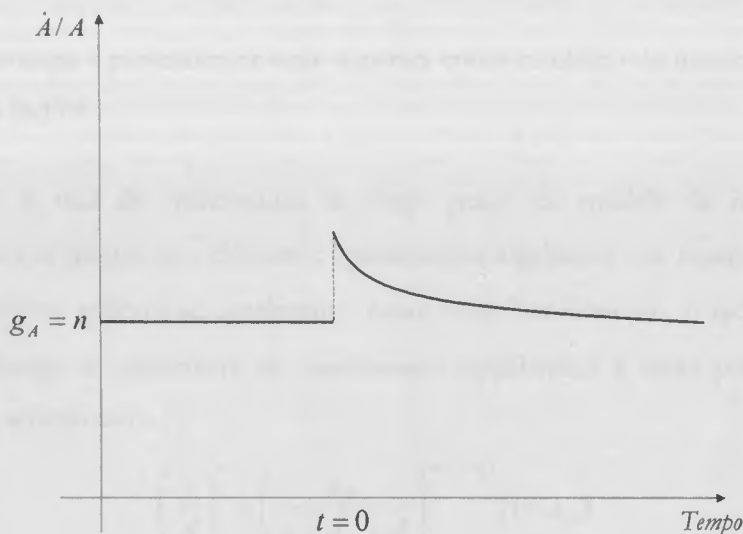


Fonte: Jones (1998)

³⁸ Note-se que o progresso técnico no modelo pode ser analisado por si próprio, já que não depende do capital ou do produto, mas apenas da força de trabalho e da percentagem de população afectada à investigação. Quando a taxa de crescimento A é constante, o modelo de Romer (1990) comporta-se de forma idêntica à do modelo de Solow com progresso técnico exógeno. Por último observe-se ainda que a análise das mudanças que não afectam a tecnologia, como um aumento da taxa de investimento, é idêntica à do modelo de Solow.

Suponha-se que ocorre um aumento de s_R no período $t = 0$. Com uma população de L_0 , o número de investigadores aumenta à medida que s_R aumenta, fazendo com que o rácio L_A/A salte para um nível superior. Os investigadores adicionais produzem um número de ideias adicionais, pelo que a taxa de crescimento da tecnologia é também mais elevada neste ponto (assinado com "X" na figura supra). Em "X" o progresso técnico (\dot{A}/A) excede o crescimento da população (n), o que origina um decréscimo do rácio L_A/A ao longo do tempo (como é indicado na figura pelas setas) e, por conseguinte, a taxa de mudança tecnológica começa gradualmente a cair, até que a economia regresse à trajectória de crescimento equilibrado onde $g_A = n$. Assim, uma subida permanente da percentagem da população dedicada à investigação faz aumentar temporariamente a taxa de progresso técnico, mas não no longo prazo, como se depreende na figura seguinte.

GRÁFICO 13
O COMPORTAMENTO DE \dot{A}/A AO LONGO DO TEMPO

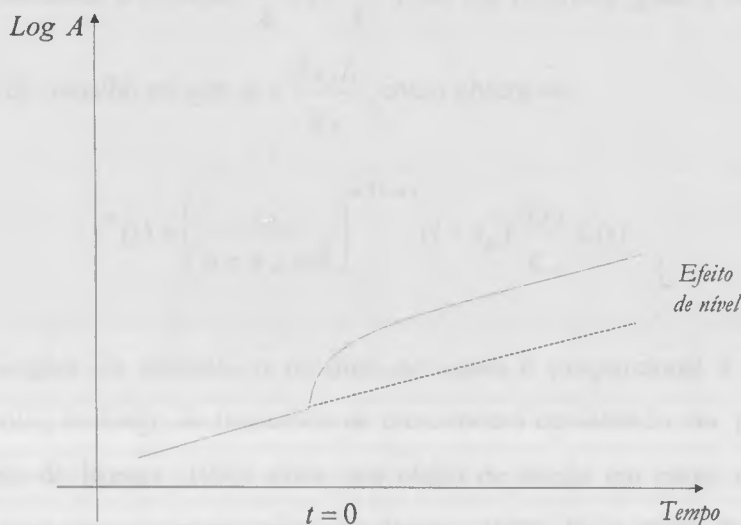


Fonte: Jones (1998)

No que concerne ao nível de tecnologia, verifica-se que o mesmo cresce ao longo da trajectória de crescimento equilibrado até ao período $t = 0$, no qual a taxa de crescimento aumenta e o nível tecnológico aumenta mais rapidamente do que antes (ver figura seguinte).

Contudo, no decorrer do tempo, a taxa de crescimento diminui até que volte a g_A .

GRÁFICO 14
O NÍVEL DA TECNOLOGIA AO LONGO DO TEMPO



Fonte: Jones (1998)

O nível de tecnologia é permanentemente superior como resultado do incremento, também, permanente da I&D³⁹.

Por seu turno, a taxa de crescimento de longo prazo do modelo de Romer (1990) é constante, pelo que muitos dos cálculos e apuramentos algébricos que foram utilizados para o modelo de Solow aplicam-se, igualmente, neste caso. Por exemplo, o rácio y/A (que é constante ao longo da trajectória de crescimento equilibrado) é dado por uma equação similar à então apresentada:

$$\left(\frac{y}{A}\right)^* = \left(\frac{s_K}{n + g_A + d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} (1 - s_R),$$

com apenas uma diferença assente na presença do termo $(1 - s_R)$, que, na prática, ajusta a diferença entre o produto por trabalhador (L_y) e o produto *per capita* (L), como destaca Jones (1998).

³⁹ É curioso notar que a hipótese do aumento permanente de no modelo de Romer (1990) origina uma dinâmica de transição que é qualitativamente semelhante à gerada por um aumento da taxa de investimento no modelo de Solow.

Se se tiver em consideração para além da equação anterior que, ao longo da trajectória de crescimento equilibrado, a equação $\frac{\dot{A}}{A} = \delta \frac{s_R L}{A}$ pode ser resolvida (para o nível de A) em

termos da força de trabalho tal que $A = \frac{\delta s_R L}{g_A}$, então obtém-se:

$$y^*(t) = \left(\frac{s_K}{n + g_A + d} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} (1 - s_R) \frac{\delta s_R}{g_A} L(t).$$

Nesta versão simples do modelo, o produto *per capita* é proporcional à população da economia (mundial) ao longo da trajectória de crescimento equilibrado, ou, posto de outro modo, o modelo de Romer (1990) exhibe um efeito de escala em nível: uma economia mundial maior será uma economia mais rica (Jones, 1998). Este efeito de escala advém fundamentalmente, como já foi mencionado, da natureza não-rival das ideias, já que uma economia maior fornece um mercado mais alargado para uma ideia, elevando a recompensa para a investigação (efeito de procura). Para além disso, uma economia mundial mais populosa possui um maior número de potenciais criadores de ideias (efeito de oferta).

Os restantes termos da equação são mais facilmente interpretados. O primeiro é idêntico ao modelo de Solow, dando a entender que as economias que investirem mais em capital serão mais ricas. Os outros dois termos englobam a percentagem de trabalho dedicada à investigação (s_R), sendo que no primeiro caso esta é introduzida negativamente, para reflectir o facto de mais investigadores significar menos trabalhadores a produzir o produto, enquanto no segundo caso, é introduzida positivamente, para reflectir o facto de mais investigadores serem sinónimo de mais ideias o que faz aumentar a produtividade da economia.

Até este ponto o modelo de Romer (1990) tem sido abordado descurando o sistema económico que está subjacente ao modelo. Se é um facto que, como vimos no ponto 1.5.1 desta dissertação, durante os anos 60 e 70⁴⁰, um conjunto de economistas desenvolveu modelos com características macroeconómicas semelhantes, não é menos verdade que o desenvolvimento das fundações microeconómicas de tais modelos teve que esperar até aos anos 80, período em que os economistas compreendiam melhor a forma como modelizar a

⁴⁰ Por exemplo, Uzawa (1965), Nordhaus (1969) e Shell (1973).

concorrência imperfeita num cenário de equilíbrio geral⁴¹. Com efeito, um dos contributos mais importantes de Romer (1990) foi o de explicar, exactamente, a forma de construir uma mini-economia, composta por agentes maximizadores de lucro, que endogeneiza o progresso técnico.

A economia de Romer (1990) consiste em três sectores: um sector de bens finais, um sector de bens intermédios e um sector de investigação. A justificação para o primeiro e terceiro destes sectores é clara: algumas firmas devem produzir produto e outras devem produzir ideias; o segundo sector está relacionado com a presença de rendimentos crescentes.

O sector de investigação cria novas ideias, as quais assumem a forma de novas variedades de capital, tais como novos chips para os computadores, faxes, impressoras, etc. Por outro lado, este sector vende o direito exclusivo de produzir um bem de capital específico a uma firma do sector de bens intermédios e, esta última, enquanto monopolista, produz o bem de capital e vende-o ao sector de bens finais, que é responsável pela produção do produto. Tendo presente esta lógica de relacionamento procede-se de seguida a uma análise mais detalhada de cada um dos sectores a título individual.

O *sector de bens finais* da economia de Romer é muito semelhante ao sector de bens finais do modelo de Solow, consistindo, por isso, num número alargado de firmas em concorrência perfeita que combinam trabalho e capital para produzirem um produto homogéneo (Y) – (Aghion e Howitt, 1998). A função de produção é especificada de um modo ligeiramente diferente, de forma a reflectir o factor de que existe mais do que um bem de capital no modelo – (McCallum, 1996):

$$Y = L_Y^{1-\alpha} \sum_{j=1}^A x_j^\alpha .$$

O produto (Y) é produzido usando trabalho (L_Y) e um determinado número de bens de capital diferentes (x_j), também denominados bens intermédios. Em qualquer momento do tempo, A mede o número de bens de capital que estão disponíveis para serem usados no sector de bens finais, número esse que é tomado como dado por parte das firmas daquele sector (Aghion e Howitt, 1998). As invenções ou as ideias no modelo correspondem à criação de novos bens de capital que podem ser utilizados pelo sector de bens finais para produzir produto (Jones, 1998).

⁴¹ Foram dados passos chave nesta compreensão por Spence (1976), Dixit e Stiglitz (1977) e Ethier (1982).

A função de produção supra pode ser reescrita como:

$$Y = L_Y^{1-\alpha} x_1^\alpha + L_Y^{1-\alpha} x_2^\alpha + \dots + L_Y^{1-\alpha} x_A^\alpha ,$$

em que mais facilmente se observa que, para um determinado A , a função de produção exhibe rendimentos constantes à escala, ou seja, se for duplicado o montante de trabalho e de cada bem de capital, verificar-se-á a duplicação exacta do produto.

Por razões meramente operacionais, é mais fácil analisar o modelo se substituirmos o somatório por um integral na função de produção, tal como é apresentado por Aghion e Howitt (1998):

$$Y = L_Y^{1-\alpha} \int_0^A x_j^\alpha dj .$$

Então, A mede a variedade de bens de capital que estão disponíveis para o sector de bens finais, estando situada no intervalo compreendido entre $[0, A]$.

Com rendimentos constantes à escala, o número de firmas não pode ser reduzido, pelo que se assumirá que existe um número alargado de firmas idênticas a produzir produto final e que a concorrência perfeita prevalece neste sector. Proceder-se-á igualmente à normalização do preço do produto final (Y) para a unidade.

As firmas do sector de bens finais têm que decidir o montante de trabalho e de cada bem de capital a utilizar na produção, o que é resolvido através do seguinte problema de maximização:

$$\max_{L_Y, x_j} L_Y^{1-\alpha} \int_0^A x_j^\alpha dj - wL_Y - \int_0^A p_j x_j dj ,$$

onde p_j corresponde ao preço de aluguer do bem de capital j e w representa o salário que é pago ao trabalho. As condições de primeira ordem que caracterizam a solução deste problema são:

$$w = (1-\alpha) \frac{Y}{L_Y} \quad \text{e} \quad p_j = \alpha L_Y^{1-\alpha} x_j^{\alpha-1} ,$$

em que a segunda condição se aplica a cada bem de capital. A primeira condição diz que as firmas contratam força de trabalho até que a produtividade marginal do trabalho iguale o

salário, enquanto a segunda condição afirma a mesma coisa, mas aplicada aos bens de capital, isto é, as firmas alugam bens de capital até que a produtividade marginal de cada tipo de capital seja igual ao preço de aluguer (p_j). De forma a aferir a intuição que está subjacente a estas equações considere-se, à semelhança de Jones (1998), que a produtividade marginal do capital era superior ao seu preço de aluguer, caso em que a firma deveria alugar outra unidade - o produto produzido é mais do que suficiente para pagar o preço de aluguer; se, por oposição, a produtividade marginal for inferior ao preço de aluguer, a firma pode aumentar os seus lucros, pela redução do montante de capital utilizado.

O sector de bens intermédios é constituído por monopolistas que produzem bens de capital que são vendidos ao sector de bens finais (Aghion e Howitt, 1998). Estas firmas ganham o seu poder de monopólio através da aquisição do design, ao sector da investigação, para um bem de capital específico. Devido à protecção de patentes, apenas uma firma produz cada bem de capital.

Uma vez que o design de um bem de capital particular foi comprado, a um custo fixo, as firmas de bens intermediários produzem o bem de capital com uma função de produção muito simples: uma unidade de capital "em bruto" pode ser automaticamente traduzida numa unidade do bem de capital (Jones, 1998). Assim sendo, a maximização do lucro para uma firma de bens intermédios é:

$$\max_{x_j} \pi_j = p_j(x_j)x_j - rx_j,$$

em que $p_j(x)$ representa a função de procura pelo bem de capital dada na equação $p_j = \alpha L_j^{1-\alpha} x_j^{\alpha-1}$. As condições de primeira ordem para este problema (deixando cair a notação de j) é a seguinte:

$$p'(x)x + p(x) - r = 0$$

Escrevendo esta equação de outra forma obtém-se:

$$p'(x) \frac{x}{p} + 1 = \frac{r}{p},$$

o que implica que:

$$p = \frac{1}{1 + \frac{p'(x)x}{p}} r.$$

Finalmente, a elasticidade - $p'(x)x/p$ - pode ser calculada a partir da curva de procura acima apresentada⁴², sendo igual a $\alpha - 1$, o que significa que a firma de bens intermédios cobra um preço que é simplesmente uma taxa de *markup* sobre o custo marginal (r):

$$p = \frac{1}{\alpha} r .$$

Esta é a solução para cada monopolista, de tal forma que todos os bens de capital são vendidos ao mesmo preço. Porque as funções de procura são, também, as mesmas, cada bem de capital é empregue pelas firmas de bens finais no mesmo montante ($x_j = x$), pelo que cada firma de bens de capital recebe os mesmos lucros. Com algumas manipulações matemáticas, é possível demonstrar que este lucro é dado por:

$$\pi = \alpha(1-\alpha) \frac{Y}{A} .$$

Assim sendo, a procura total de capital por parte das firmas de bens intermédios tem que igualar o stock de capital total na economia, ou seja:

$$\int_0^A x_j dj = K .$$

Uma vez que cada um dos bens de capital é utilizado no mesmo montante (x), esta equação pode ser utilizada para determinar x , do seguinte modo:

$$x = \frac{K}{A} .$$

A função de produção dos bens finais pode, também ela, ser reescrita, usando o facto de $x_j = x$, como:

$$Y = AL_Y^{1-\alpha} x^\alpha ,$$

e substituindo $x = \frac{K}{A}$, apura-se a seguinte relação:

$$Y = AL_Y^{1-\alpha} A^{-\alpha} K^\alpha = K^\alpha (AL_Y)^{1-\alpha} .$$

⁴² $p_j = \alpha L_Y^{1-\alpha} x_j^{\alpha-1}$.

Em suma, constata-se que a função de produção para o sector dos bens finais gera a mesma função agregada utilizada noutras fases desta dissertação, nomeadamente, no início da explicitação do modelo de Romer (1990).

No que concerne ao *sector de investigação* muitos aspectos foram já aflorados, valendo a pena acrescentar que todas as pessoas são livres de pesquisar novas ideias e que a recompensa dessa pesquisa é a descoberta de algo que possa ser vendido. As ideias no modelo de Romer (1990) são “esboços (designs) de novos bens de capital” (Solow, 1998) que devem ser entendidos como instruções que explicam o modo de transformar uma unidade de capital “em bruto” numa unidade de bem de capital⁴³ (McCallum, 1996).

De acordo com Romer (1990), quando um novo design é descoberto, o inventor recebe uma patente das entidades governamentais pelo direito exclusivo de produzir o novo bem de capital (por motivos de simplificação assume-se que as patentes duram para sempre) - (Aghion e Howitt, 1998). Posteriormente, o inventor vende a patente a uma firma de bens intermediários e usa os rendimentos daí resultantes para consumir e poupar, como qualquer outro agente no modelo.

Relativamente ao preço da patente de um design novo, assume-se que qualquer pessoa pode licitar a patente. O montante máximo que um potencial comprador está disposto a pagar corresponde ao valor actualizado (descontado para o presente) dos lucros que serão auferidos pela firma de bens intermédios, pelo que, qualquer proposta abaixo dará lugar a uma proposta imediatamente superior (Aghion e Howitt, 1998). Se P_A for o preço de um esboço novo, ou seja, o seu valor actualizado, o seu comportamento ao longo do tempo será determinado por uma lógica de raciocínio habitual em economia e em áreas financeiras denominada *arbitragem* (Jones, 1998).

O método de arbitragem funciona da seguinte maneira. Suponha-se que um determinado indivíduo possui algum dinheiro para investir num determinado período; ele tem duas opções: colocar o dinheiro no “banco” (neste modelo, isto é equivalente a adquirir uma unidade de capital) e receber em troca uma taxa de juro ou, em alternativa, pode adquirir uma patente por um período, receber os lucros desse período e depois vendê-la (Jones, 1998). Em equilíbrio, a taxa de retorno de ambas as opções tem de ser a mesma, porque, caso contrário, todos optariam pelo investimento mais lucrativo, conduzindo a uma

⁴³ Relembre-se que os novos esboços são descobertos através da equação $\dot{A} = \delta L_A^\lambda A^\phi$.

diminuição da sua recompensa. Matematicamente, a equação de arbitragem atesta que o retorno é o mesmo:

$$rP_A = \pi + \dot{P}_A,$$

em que o lado esquerdo da equação corresponde ao juro auferido por investir P_A no banco, enquanto que o lado direito representa os lucros e o capital ganhos ou perdidos que resultam da variação do preço da patente, devendo os dois lados ser iguais em equilíbrio. Para aquilatar as verdadeiras repercussões deste resultado, reescreva-se a equação anterior de forma ligeiramente diferente:

$$r = \frac{\pi}{P_A} + \frac{\dot{P}_A}{P_A}.$$

Ao longo da trajectória de crescimento equilibrado, r é constante⁴⁴ e, por consequência, π/P_A também tem que ser constante, o que significa que π e P_A têm que crescer à mesma taxa, a qual deverá, por seu turno, ser equivalente à taxa de crescimento da população⁴⁵ (Jones, 1998). Assim sendo, a equação de arbitragem implica que:

$$P_A = \frac{\pi}{r - n},$$

permitindo obter, desta forma, o preço de uma patente ao longo da trajectória de crescimento equilibrado.

Depois de proceder à descrição da estrutura de mercado e da microeconomia que está por detrás das principais equações do modelo apresentado por Romer (1990), destacam-se agora, em jeito de conclusão, alguns aspectos considerados de maior importância. Em primeiro lugar, a função de produção agregada exibe rendimentos crescentes à escala (existem rendimentos constantes para K e L mas passam a crescentes quando se consideram as ideias, A , como um input da produção) o que implica concorrência imperfeita, a qual aparece no modelo por intermédio do sector de bens intermédios que apresenta firmas monopolistas e bens de capital que são vendidos a um preço superior ao seu custo marginal.

⁴⁴ A taxa de juro r é constante pelas razões habituais: será o preço ao qual a oferta de capital é igual à procura de capital, e será proporcional a Y/K .

⁴⁵ Recorde-se que a partir de $\pi = \alpha(1 - \alpha) \frac{Y}{A}$ que π é proporcional a Y/A . O produto *per capita* (y) e A crescem à mesma taxa, de tal forma que Y/A crescerá à taxa de crescimento da população.

Contudo, os lucros recebidos por estas firmas são extraídos pelos inventores, como forma de compensação pelo tempo que despenderam na pesquisa de novos designs. Todas estas características são enquadráveis no conceito de *concorrência monopolística*, em que não existem lucros económicos, o que faz com que todas as rendas compensem algum dos inputs (factores).

Por fim, como já se determinou a taxa de crescimento da economia em equilíbrio, resta tão somente perceber como é feita a afectação da força de trabalho entre o sector de investigação e o sector de bens finais, utilizando, uma vez mais, o conceito de arbitragem já que, os indivíduos, no limite, devem estar indiferentes entre trabalharem num ou noutro sectores. No sector de bens finais, a força de trabalho auferir um salário que é igual à produtividade marginal do sector, ou seja:

$$w_Y = (1 - \alpha) \frac{Y}{L_Y} .$$

Por seu turno, os investigadores recebem um salário baseado no valor dos designs que descobrem. Se se assumir, tal como Jones (1998), que os investigadores tomam a sua produtividade no sector de investigação como um dado ($\bar{\delta}$), que não reconhecem que a produtividade baixa à medida que mais força de trabalho entra devido à duplicação, e que não internalizam os efeitos de conhecimento associados a ϕ , então o salário auferido pela força de trabalho no sector de investigação é igual à respectiva produtividade marginal ($\bar{\delta}$) multiplicada pelo valor das novas ideias criadas (P_A): $w_R = \bar{\delta} P_A$.

Pelo facto de existir entrada livre em ambos os sectores, os salários tem que ser iguais, ou seja, $w_Y = w_R$, expressão esta que, com algumas manipulações matemáticas⁴⁶, revela que a percentagem de população que trabalha no sector de investigação (S_R) é dada por:

⁴⁶ A percentagem de população que trabalha no sector de investigação (S_R) é obtida fazendo igualar o salário no sector de bens finais com o salário no sector de investigação:

$$\bar{\delta} P_A = (1 - \alpha) \frac{Y}{L_Y} .$$

Substituindo P_A pela expressão apurada, tem-se que:

$$\bar{\delta} \frac{\pi}{r - n} = (1 - \alpha) \frac{Y}{L_Y} .$$

Tendo presente que π é proporcional a Y/A então:

$$\frac{\bar{\delta}}{r - n} \alpha (1 - \alpha) \frac{Y}{A} = (1 - \alpha) \frac{Y}{L_Y} \quad \text{ou seja} \quad \frac{\alpha \bar{\delta}}{r - n A} = \frac{1}{L_Y} .$$

$$s_R = \frac{1}{1 + \frac{r-n}{\alpha g_A}}$$

Assim sendo, quanto mais rápido crescer a economia (mais alta for g_A) maior será a parcela da população que trabalha em investigação. De modo inverso, quanto maior for a taxa de desconto que se aplica aos lucros actuais para obter o valor actualizado ($r-n$), mais baixa será a proporção de pessoas afectas à investigação.

Com algumas manipulações matemáticas é possível demonstrar que a taxa de juro nesta economia é dada por $r = \alpha^2 Y / K$, que é inferior à produtividade marginal do capital ($\alpha Y / K$). Esta diferença, para Jones (1998), reflecte um ponto importante: no modelo de Solow com concorrência perfeita e rendimentos constantes à escala, todos os factores são remunerados pela sua produtividade marginal ($r = \alpha Y / K$ e $w = (1 - \alpha) Y / L$) e portanto $rK + wL = Y$, enquanto que no modelo de Romer (1990), uma vez que a função de produção é caracterizada por rendimentos crescentes, aquele raciocínio não se aplica, porque não sobra produto para remunerar o esforço dos indivíduos que procuram criar novas A . É precisamente por isto que é necessária a concorrência imperfeita no modelo de Romer, por forma a que o capital seja remunerado num montante inferior à sua produtividade marginal e o remanescente se destine a compensar os investigadores pela criação de novas ideias.

Não obstante, a percentagem da população que trabalha em investigação não é óptima por três ordens de razões (Jones, 1998). Em primeiro lugar, o mercado valoriza a investigação de acordo com a corrente de lucros que são ganhos com o novo design, não considerando que esta nova invenção pode afectar a produtividade da investigação futura (recorde-se que $\phi > 0$ implica que a produtividade da investigação aumenta com o stock de ideias). O

Finalmente, note-se que $\dot{A} / A = \bar{\delta} L_A / A$ pelo que $\bar{\delta} / A = g_A / L_A$ ao longo da trajectória de equilíbrio. Com esta substituição obtém-se:

$$\frac{\alpha g_A}{r-n} = \frac{L_A}{L_Y}$$

Tendo igualmente presente que L_A / L_Y é equivalente a $s_R / (1 - s_R)$ e resolvendo a equação em ordem a s_R , então obtém-se:

$$s_R = \frac{1}{1 + \frac{r-n}{\alpha g_A}}$$

problema é, portanto de ausência de mercado já que os investigadores não são recompensados pelo seu contributo relativamente à melhoria da produtividade de futuros investigadores⁴⁷.

Desta forma, com $\phi > 0$ existe uma tendência, com tudo o resto constante, para o mercado fornecer pouca investigação, chamando-se a esta distorção um “*knowledge spillover*” porque, como já foi referido anteriormente, o conhecimento criado derrama (“*spills over*”) para outros investigadores⁴⁸, assistindo-se assim a uma externalidade clássica positiva.

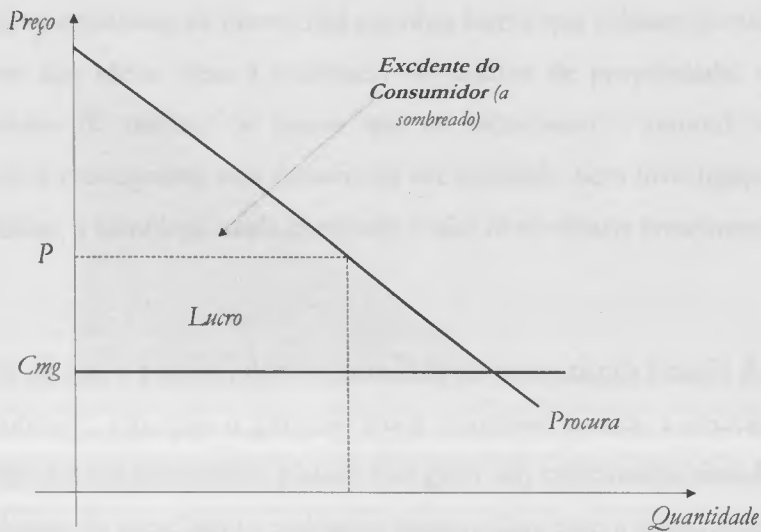
A segunda distorção está relacionada com o efeito anteriormente denominado “*stepping on toes*” é igualmente uma externalidade clássica, mas desta feita negativa, já que acontece porque os investigadores não tomam em consideração o facto de baixarem a produtividade da investigação através da duplicação (quando $\lambda < 1$), o que faz com que o mercado, mantendo tudo o resto constante, tenda a fornecer muita investigação.

Finalmente a terceira distorção pode ser identificada como uma espécie de efeito no excedente do consumidor e explica-se considerando um problema normal de monopólio como o que está descrito na figura infra. Um inventor de um design novo capta o lucro monopolista ilustrado na figura. Contudo, o ganho potencial para a sociedade da invenção desse bem corresponde à totalidade do triângulo respeitante ao excedente do consumidor abaixo do custo marginal de produção (Cm). O incentivo para inovar, ou seja, o lucro monopolista, é inferior ao ganho para a sociedade, e este efeito tende, *ceteris paribus*, a gerar muito pouca inovação.

⁴⁷ Como Jones (1998) exemplifica, as gerações subsequentes de Isaac Newton não o compensaram de forma suficiente por ter inventado o cálculo.

⁴⁸ Recorde-se também neste contexto o efeito “*standing on the shoulders*”.

GRÁFICO 15
O EFEITO NO EXCEDENTE DO CONSUMIDOR



Fonte: Jones (1998)

Na prática, estas distorções podem ser consideráveis. Tome-se o exemplo de invenções e descobertas básicas relacionadas com a ciência, como a cura para uma doença ou a descoberta de uma calculatória inovadora, e facilmente se constata que os efeitos de conhecimento e o excedente do consumidor são tão elevados que as entidades governamentais subsidiam a investigação em universidades e centros de investigação.

Para finalizar este ponto impõe-se um último comentário relativamente a concorrência imperfeita e a monopólios. A Teoria Clássica argumenta que os monopólios são prejudiciais ao bem-estar e à eficiência porque criam perdas (“*deadweight losses*”) na economia e este raciocínio está subjacente à regulamentação destinada a evitar que as empresas coloquem os preços abaixo do seu custo marginal, o que vai precisamente contra a Economia das Ideias (Jones, 1998), que defende que é justamente essa margem que permite alcançar lucros, os quais, por sua vez, constituem um incentivo à inovação por parte das firmas.

No essencial o progresso técnico e tecnológico é o motor do crescimento. O decurso das teorias e modelos apresentados ao longo deste capítulo conduziu a uma endogeneização da mudança tecnológica segunda a qual, em vez de ser algo dado exogenamente, o progresso técnico surge à medida que os indivíduos procuram novas ideias num esforço de obter algum ganho social daí derivado. Com efeito, o modelo de Romer apresentado

anteriormente destina-se claramente a descrever a evolução da tecnologia desde o estabelecimento dos direitos de propriedade intelectual, já que é a presença de patentes e de direitos de autor que potencia os inventores a ganhar lucros que cubram os custos iniciais de desenvolvimento das ideias. Sem a existência de direitos de propriedade, os inovadores ficariam impedidos de receber os lucros que os incentivam a assumir actividades de investigação e, por conseguinte, esta deixaria de ser realizada. Sem investigação, não seriam criadas novas ideias, a tecnologia seria constante e não se verificaria crescimento *per capita* na economia.

De facto a ideia de que é possível dar continuidade ao crescimento através da existência de “designs produtivos”, em que o próprio stock existente facilita a criação de esboços adicionais, parece ser um mecanismo plausível de gerar um crescimento duradouro de longo prazo. A abordagem do crescimento endógeno surge, assim, com a capacidade de se assumir como um princípio racionalizador do crescimento de longo prazo e das diferenças das taxas de crescimento entre as várias economias, e como um modo prospectivo de medição dos efeitos das mudanças das políticas, dos gostos e preferências dos indivíduos ou, até mesmo, da tecnologia que alteram o rácio capital/trabalho de equilíbrio.

3. A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA ERA DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO: CARACTERÍSTICAS E IMPLICAÇÕES ECONÓMICAS

O interesse no crescimento económico, aspecto central das análises económicas clássicas, diminuiu na primeira metade do século XX e ressurgiu no período pós 2ª Guerra Mundial, com a necessidade de explicar o rápido crescimento da economia norte americana.

A versão revista do modelo de Solow (1957) foi encarada, durante muito tempo, como a tentativa melhor sucedida para explicar o crescimento do produto em termos globais, baseando-se, como vimos, numa função de produção que descreve a transformação de inputs em output. Aqui, o crescimento era atribuído a um aumento dos factores trabalho e capital e a parte que não era explicada pelo aumento dos factores de produção constituía um resíduo. Esta reconhecida fraqueza do modelo, relativa à identificação do progresso técnico como um “resíduo”, impossibilitava a especificação da verdadeira importância dessa mudança tecnológica. Por conseguinte, embora o modelo de Solow, contabilizando a mudança tecnológica, explicasse os factos estilizados, o problema principal residia na impossibilidade de distinguir entre um movimento ao longo da função de produção (devido a aumento de um tipo de capital) e uma mudança na função de produção (devido a um aumento de outro tipo de capital), tendo este problema sido solucionado pelos desenvolvimentos teóricos posteriores sobre crescimento, como também foi visto no primeiro capítulo desta dissertação.

A endogeneização do progresso técnico foi, assim, o objectivo central da nova teoria do crescimento (NTC) ou teoria do crescimento endógeno, a qual distinguiu entre trabalho não qualificado e trabalho qualificado, que pode ser utilizado para produzir produtos físicos e também para criar novo conhecimento. As externalidades e a natureza do conhecimento vieram compensar a produtividade marginal decrescente do capital e a taxa do progresso técnico é determinada pela dotação de capacidades e pelo incentivo à investigação.

QUADRO 1
TEORIAS DE CRESCIMENTO NEOCLÁSSICAS E DO CRESCIMENTO ENDÓGENO

Teoria	Objecto de Estudo	Processo input/output	Papel do Investimento
Teoria Neoclássica de Crescimento (exemplo: Solow, 1956)	O crescimento enquanto variação dos inputs trabalho e capital e do progresso técnico (visto como exógeno)	Retrato do processo de inputs/output por intermédio de uma função de produção	Investimento (do tipo físico) faz aumentar o stock do factor capital da produção
Nova Teoria do Crescimento (exemplo: Romer, 1990)	Progresso técnico endogeneizado pela subdivisão do factor trabalho em qualificado e não qualificado	O processo de inputs/output é descrito através de uma função de produção (produção de bens e de <i>know how</i>) conjuntamente com o abandono da hipótese que os factores podem ser separados	As decisões de investimento geram mudanças tecnológicas (e por conseguinte crescimento)

Fonte: OCDE 1998

Contudo, o grande problema dos modelos da NTC assenta, para autores como Nelson e Winter (1982), nas suas hipóteses não realistas de informação perfeita e da consequente regra de maximização, na análise de equilíbrio e na compreensão da tecnologia enquanto bem público livremente disponível e facilmente transferível. Para certos autores, como Nelson e Winter (1982), em consonância com “a tradição positivista da economia neoclássica, as teorias do crescimento prosseguiram testando teorias particulares contra os dados em vez de descrever e explicar os fenómenos tal como eram observados”. Por estas razões, a teoria do crescimento endógeno “parece falhar no retrato histórico da mudança tecnológica e das actividades e instituições uma vez que ainda não atingiu a consistência em termos dos registos empíricos” (Nelson, 1996). Portanto, embora represente um avanço relativamente aos modelos neoclássicos de crescimento, a NTC propõe ainda uma percepção do crescimento económico como um processo suave, baseado no conceito de equilíbrio de continuidade, descurando a perspectiva evolucionista assente na experimentação e no erro.

De modo oposto, a teoria evolucionista procura ultrapassar estes limites pela adopção de uma abordagem comportamental às firmas individuais, rejeitando assim a regra da maximização. As diferenças entre as firmas são enquadradas num ambiente de incerteza sempre em evolução onde as empresas são escolhidas em função dos resultados do seu processo de investigação destinado a melhorar a sua performance. Esta estrutura lógica

permite à teoria evolucionista explicar o fenómeno macroeconómico explicado pela teoria neoclássica com base em hipóteses mais realistas (Nelson e Winter, 1982).

No próximo ponto procurar-se-á, justamente, passar em revista alguns modelos evolucionistas propostos como alternativa à economia “*mainstream*” do crescimento. Deve chamar-se no entanto a atenção para o facto de que, devido à perspectiva microeconómica da mudança, não existe nenhum modelo evolucionista que represente todas as regularidades agregadas ao mesmo tempo, embora emerja algum grau de consistência entre os diferentes modelos (Dosi e Nelson, 1994). Os modelos a apresentar foram escolhidos com base na classificação elaborada por Dosi e Nelson (1994), pelo que o ponto não pretende ser uma apresentação exhaustiva da modelização evolucionista do crescimento, embora se acredite que os ditos modelos ajudem a fornecer uma perspectiva completa sobre as características principais da abordagem evolucionista do crescimento.

3.1. MUDANÇA TECNOLÓGICA E CRESCIMENTO ECONÓMICO: UMA INTERPRETAÇÃO EVOLUCIONISTA

Este subcapítulo tem como objectivo, explicar as tendências que se têm verificado recentemente no crescimento económico, com particular ênfase para o papel da mudança tecnológica, tendo por base uma visão evolucionista da teoria económica.

Se por um lado é relativamente claro, como vimos no primeiro capítulo, que o “modelo de crescimento neoclássico” diz respeito ao modelo de Solow (1956) e os “modelos de crescimento endógeno” se referem a um conjunto limitado de modelos que podem ser agrupados em três protótipos (Romer, 1990; Lucas, 1988; Aghion e Howitt, 1992), por outro lado, não é tão linear definir o “modelo de crescimento evolucionista”, mesmo que o foco de discussão seja a teoria do crescimento, por um conjunto variado de razões, como seja o facto de no próprio centro da argumentação evolucionista estar a ideia de que o crescimento é um processo que ocorre num momento histórico, o que pressupõe que o crescimento económico interage com, e é influenciado por, vários factores que estão situados relativamente fora do domínio económico (cultura, ciência, instituições). Daqui resulta que uma parte importante da teoria económica evolucionista consiste numa explicação *ex post* dos acontecimentos, em detrimento de uma estrita previsão *ex ante* das trajetórias de crescimento, adoptando, para tal, métodos que vão para além do padrão da modelização económica.

O aspecto fundamental da perspectiva evolucionista da economia é a mudança tecnológica e, mais concretamente, a relação entre a tecnologia e o crescimento económico, podendo o termo economia evolucionista ser utilizado com diferentes significados. Por um lado, refere-se ao conjunto de teorias económicas formais que faz uso de metáforas biológicas, em que as noções biológicas de selecção natural e de mutação genética (aleatória) são aplicadas aos processos económicos como a dinâmica industrial (Dosi, Marsili, et al., 1995) ou ao crescimento económico (Silverberg e Verspagen, 1998). Nestes modelos existem dois conceitos fundamentais: em primeiro lugar, a heterogeneidade entre agentes ou unidades económicas, sejam eles consumidores, países ou mesmo tecnologias. Os agentes económicos (pessoas ou empresas) são diferentes, e o modo como estas diferenças se traduzem em crescimento económico ou na dinâmica de selecção industrial, é onde o segundo conceito entra. O segundo conceito diz respeito à selecção económica como contrapartida da selecção natural. As empresas com estratégias melhores, comparativamente a outras, tenderão a crescer, enquanto as empresas com as estratégias piores tenderão a perder a sua quota de mercado. O que são boas ou más estratégias é uma questão de teoria e muitos aspectos diferentes têm sido explorados em modelos evolucionistas recentes.

Uma consequência desta perspectiva de dinâmica económica diz respeito à forma natural de passar a olhar a economia em termos da dinâmica populacional. A teoria económica evolucionista tem muito a explicar relativamente às estratégias individuais das empresas, pelo menos não do modo tradicional que a teoria económica quer explicar o comportamento. Na economia neoclássica e na nova teoria do crescimento, o comportamento das firmas resulta da maximização do lucro, pelo que resulta numa previsão completa do comportamento da firma em termos, por exemplo, da procura de trabalho ou do montante que vai ser investido em máquinas. Estas quantidades são explicadas em termos de rendimentos marginais dos factores no processo de produção e dos preços de mercado prevalecentes.

Os modelos da economia evolucionista revertem para o conceito de “*rules of thumb*” (método empírico) como uma descrição do comportamento económico sob racionalidade limitada (Nelson e Winter, 1982). Este método empírico assume a forma de um rácio fixo como, por exemplo, investimento por lucros ou I&D por lucros. O que determina o valor exacto destes rácios não é explicado pelo nível da firma individual. Em vez disso, a distribuição do “*rules of thumb*” sobre toda a população da firma evolui endogenamente (pelo menos nos modelos evolucionistas mais sofisticados). Por exemplo, em Silverberg e Verspagen (1994),

sob a influência de uma escolha económica, a distribuição do rácio da I&D/vendas converge para um valor fixo que depende das oportunidades tecnológicas e dos “*spillovers*”.

Uma segunda interpretação do termo “economia evolucionista” toma a analogia à biologia de uma forma muito menos restrita. Neste caso, o termo é usado para fazer alusão a um conjunto de teorias, mais informais do que formais, que dedicam particular atenção ao papel da tecnologia e das instituições no processo de crescimento económico. Normalmente, estas contribuições são inspiradas na noção de Schumpeter (1911) de dinâmica de desequilíbrio resultante da introdução de inovações (básicas). São exemplos desta abordagem Fagerberg (1987), Fagerberg (1988), Freeman e Soete (1987) ou Dosi, Pavitt e Soete (1990).

O tema central desta literatura é o facto de não ser possível fazer uma distinção proveitosa entre factores “económicos” e “não económicos”, quando se procura explicar o crescimento económico. Estes autores encaram o “sistema social” como uma composição de diferentes “domínios”, por exemplo, o domínio tecno-económico ou o domínio socio-institucional (Perez, 1983), ou domínios separados de tecnologia, economia e instituições (Dosi, 1984). Cada um destes domínios tem a sua própria dinâmica e processos explicativos, mas o que é particularmente importante é que cada domínio exerça fortes influências mútuas. Exemplos desta iteração concernem o impacto da integração europeia (um processo que começou como uma forma de estabilizar politicamente a Europa após a década de 40) no crescimento económico (Fagerberg, Guerrieri, et al, 1999), o impacto da cultura em sistemas regionais de inovação (Saxenian, 1994), ou a influência da organização das firmas no crescimento económico (Von Tunzelmann, 1995). Desta forma, qualquer “modelo” que se limite a factores puramente económicos (tais como I&D, investimento em capital ou no capital humano) fornece uma perspectiva de crescimento económico muito mais restrita.

Nestes termos, a perspectiva oferecida por estas teorias é uma perspectiva de economia mundial enquanto processo de constante transformação, muito no sentido de autores clássicos como Marx e Smith. As tecnologias e as instituições mudam com o decorrer do tempo, pelo que o que conduz o crescimento económico numa era (por exemplo, economias de escala em relação à produção em massa) pode tornar-se menos importante, ou ser até mesmo substituído, por um factor diferente (por exemplo, economias de rede) numa outra era. Em termos das taxas de crescimento económico, este processo é substancialmente diferente da noção de crescimento de equilíbrio neoclássica.

A emergência de uma teoria evolucionista no domínio económico pode assim ser enquadrada numa certa inabilidade da teoria ortodoxa em captar a realidade empírica. Neste contexto, a crítica evolucionista foi dirigida a três aspectos fundamentais da lógica estrutural “*mainstream*” (Nelson e Winter, 1982): (i) a permanente confiança na análise de equilíbrio negligencia os fenómenos associados à mudança histórica, uma vez que as situações de desequilíbrio estão fora do foco de investigação; (ii) a hipótese de informação perfeita limita o poder explicativo da teoria quando enfrenta realidades complexas já que implica que os agentes económicos prevejam todas as possíveis contingências e pesem as suas consequências; (iii) a racionalidade económica do agente, no sentido em ele/ela otimiza, assume uma clara antecipação, cálculo e clareza dos riscos assumidos pelo agente no lidar de uma complexidade realista, sem ter em conta alguma espécie de confusão com a situação, distração ou erro do próprio agente.

A teoria evolucionista critica a teoria neoclássica por não oferecer uma explicação sobre as características das regras de decisão, com base em dois patamares – o comportamento de maximização e o conceito de equilíbrio. A rejeição da noção do comportamento de maximização assenta na conseqüente rejeição da distinção feita pela teoria ortodoxa entre o conjunto de escolhas e a escolha. De facto, de acordo com o ponto de vista evolucionista, o agente económico que participa no processo de decisão não está consciente de todas as alternativas possíveis que enfrenta, mas algumas dessas alternativas serão descobertas durante o processo por experimentação e erro, pelo que, neste sentido, a determinação de decisões e o resultado da decisão envolve um elemento estocástico que pode não ser óptimo, fazendo com que, para os evolucionistas, o comportamento dos agentes não possa ser assumido como imediato e racional⁴⁹. No que concerne ao conceito de equilíbrio, embora a análise da configuração de um equilíbrio estável, no qual determinadas forças deixam de produzir mudança, seja considerada importante, o estreitamento da investigação ortodoxa a uma situação de equilíbrio é fortemente rejeitado pelos evolucionistas, já que permite explicar as relações entre os sobreviventes eficientes, mas não a luta concorrencial em desequilíbrio.

De forma mais detalhada, a economia evolucionista assenta mais num racional populacional do que num racional tipológico (da abordagem ortodoxa), em que a preocupação está focada nas frequências dos comportamentos que diferem e não no comportamento

⁴⁹ Loasby (1991) argumenta que a coordenação do crescimento do conhecimento depende de estruturas racionais e de procedimentos racionais em detrimento da escolha racional, no sentido em que estruturas diferentes e procedimentos diferentes conduzem a resultados diferentes.



uniforme. Enquanto a variedade da perspectiva populacional é um estado natural, as variações à volta do tipo ideal são encaradas como acidentais, como se depreende das palavras de Hayek (1948, p. 98): *“when we deal (...) with a situation in which a number of persons are attempting to work out their separate plans, we can no longer assume that the data are the same for all planning minds”*. Cada firma tem a sua interpretação das oportunidades e restrições económicas e, conseqüentemente, firmas diferentes têm desempenhos melhores em aspectos diferentes, uma vez que as capacidades de cada firma estão incorporadas na sua estrutura organizacional, o que lhe permite prosseguir determinadas estratégias mais facilmente que outras.

Ao contrário da teoria ortodoxa, para os evolucionistas, num ambiente altamente incerto não existe uma optimização global de um dado conjunto de escolhas que congregue todas as alternativas objectivamente disponíveis. Aproximando-se da escola de gestão, a teoria evolucionista vai mais longe, ao afirmar que as firmas enquanto tal podem não ter qualquer objectivo no sentido que é requerido para operar no mundo dos negócios, mas sim apenas um procedimento para determinar a acção a desenvolver, em vez de uma função objectivo definida.

No pensamento evolucionista, aquele procedimento depende do conceito de “rotinas” que pode ser entendido como os genes da teoria biológica evolucionista, na medida em representam o tipo genético da organização. As rotinas, definidas como “padrão repetitivo da actividade de toda uma organização” (Nelson e Winter, 1982), constituem características persistentes da firma bem como determinantes (conjuntamente com o ambiente externo) do comportamento da mesma, implicando que a tomada de decisões seja um processo específico de cada firma.

Assim sendo, de acordo com a teoria evolucionista, a organização/firma é caracterizada por padrões relativamente constantes de comportamento (“rotinas” em Nelson e Winter (1982), “competências” em Segler (1985) e McKelvey e Aldrich (1983)) que obedecem a determinadas regras. As competências são regras organizacionais que produzem o comportamento de resolução de problemas das organizações, incluindo regras observadas por membros individuais ou regras registadas de forma impessoal.

À semelhança dos genes, as rotinas são hereditárias, pelo que as infraestruturas geradas no futuro pelas empresas actuais possuem as mesmas características destas (“*path dependency*”). Elas são escolhidas pelo simples facto de que as firmas que possuem certas

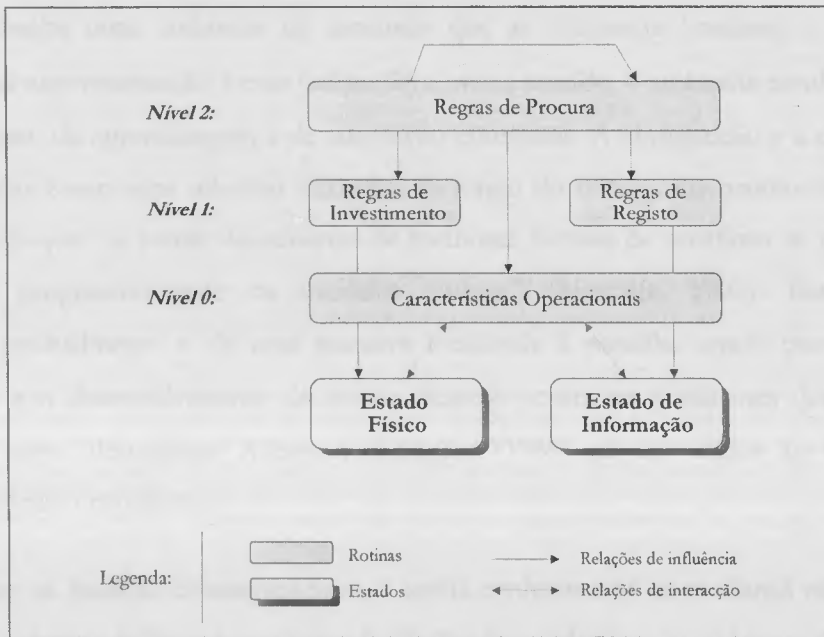
rotinas têm um melhor desempenho e aumentam a sua importância ao longo do tempo através de uma **selecção contínua**.

Uma vez que o conceito biológico Darwiniano da selecção e da evolução natural descreve bem este mecanismo de selecção, aplicou-se a expressão “evolucionista” a esta nova abordagem económica, no sentido em que a teoria evolucionista está mais preocupada com uma forma de análise dinâmica em detrimento de uma análise estática, com as rotinas e as competências a serem submetidas a processos evolucionistas: “são avaliadas, reproduzidas, eliminadas, diversificadas e escolhidas” (Kieser, 1989, p. 182).

Os processos de procura desta mudança (“*search processes*” segundo OCDE, 1998) são igualmente dirigidos por regras. Nelson e Winter falam de rotinas de mudança de rotinas ou de rotinas de ordem superior, fazendo com que a mudança surja, em parte, do interior da firma como resultado dos processos de pesquisa e de selecção interna e, em parte, como resultado do efeito selectivo do ambiente que provoca uma contracção ou expansão da firma. Deste modo, a firma é vista como uma plataforma de processos e actividades determinados por regras, que são arrançados em diferentes níveis hierárquicos.

O modelo básico de Nelson e Winter descreve as firmas em termos do “*firm state*”: “*We may think of a “firm state” as comprising descriptions of the firm’s physical state (plant and equipment), information state (contents of file drawers and human memories), operating characteristics, investment rules (affecting transitions of physical state), recording rules (affecting transitions of information state), and search rules (affecting transitions of operating characteristics, recording rules and search rules)*” (Nelson e Winter, 1982, p.20). Assim sendo, a mudança representa a transição de um estado da firma para outro, conforme pode ser visto na figura infra:

FIGURA 1
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO ESTADO DA FIRMA (“FIRM STATE”)
SEGUNDO NELSON E WINTER



Fonte: Adaptado de OCDE (1998)

em que o estado físico se refere ao stock de capital físico (máquinas, instalações e equipamentos) e o estado de informação se refere ao conteúdo das “gavetas de ficheiros e das memórias humanas”. Por seu turno, as características operacionais representam uma rotina relacionada com as regras relativamente fixas que governam o comportamento de curto prazo, enquanto as regras de investimento representam as regras que determinam o aumento ou a diminuição do stock de capital da firma. Finalmente as regras de registo são regras que alteram o estado do conhecimento e as regras de procura são regras que modificam todas as regras de níveis inferiores e também elas próprias.

Se se assumir que cada categoria de regras corresponde a actividades ou processos operacionais que originam custos, as actividades (e, por conseguinte, os custos) podem ser identificadas em três níveis hierárquicos. Os custos associados às actividades que correspondem a características operacionais podem ser encarados como expansão actual (nível 0) e os custos associados com as actividades dos níveis 1 e 2 correspondem ao investimento tangível e intangível.

Neste processo, as firmas com diferentes rotinas competem num processo selectivo de rivalidade ao tentarem diferenciar-se umas das outras (*variedade*)⁵⁰. As operações das firmas são enquadradas num ambiente de incerteza que as influencia (*mudança*) e ao qual se adaptam por experimentação e erro (*adaptação*) e, neste sentido, o ambiente conduz as firmas a um processo de aprendizagem e de adaptação contínuos. A competição e a concorrência são encaradas como uma selecção dinâmica ao longo do tempo que promove a mudança económica já que “as novas descobertas de melhores formas de satisfazer as necessidades destronam progressivamente os modelos antigos” (Metcalf, 1998). Esta mudança prossegue gradualmente e de uma maneira localizada à medida, sendo provável que a exploração e o desenvolvimento de novas técnicas ocorra na vizinhança das técnicas já utilizadas, como destacaram Atkinson e Stiglitz (1969) na sua crítica ao conceito de progresso técnico neoclássico.

Baseando-se na tradição Schumpeteriana, a teoria evolucionista da mudança emerge, como já se referiu, dentro da firma e como resultado do efeito selectivo do ambiente, fazendo com que a tecnologia se assuma como um factor crucial do processo de selecção, dada a luta pela sobrevivência que todas as firmas empreendem. As firmas com sucesso são as mais inovadoras e/ou imitadoras, uma vez que na realidade capitalista a competitividade baseada na tecnologia constitui uma fonte de grandes vantagens (Schumpeter, 1942).

Este aspecto pode ser melhor compreendido se se tiver presente a definição de tecnologia apresentada pela teoria evolucionista. Ao contrário da tradição ortodoxa, os autores evolucionistas (Nelson e Winter, 1977, 1982; Kline e Rosenberg, 1986; Nelson, 1992; Cantwell, 1989, 1991, 1994; Dosi e Malerba, 1996) distinguem entre um elemento **público** e um elemento **tácito** de conhecimento. O primeiro, melhor definido como conhecimento público potencial, pode ser codificado em patentes, projectos, livros, etc., indiciando que a tecnologia “pública” pode ser facilmente transferida e, portanto, transaccionada entre as firmas. O segundo, corresponde a um elemento incorporado nas rotinas organizacionais, na experiência e nas capacidades da firma, adquiridas através de um processo de aprendizagem, e assume a forma de um conjunto de práticas específico da firma. Deste modo, se o aspecto público da tecnologia pode ser facilmente transferido, o elemento tácito é não

⁵⁰ Cohen e Malerba (2000), entre outros, defendem que a diversidade tecnológica estimula a inovação.

transaccionável⁵¹ e difícil de transferir como resultado de um processo de *learning-by-using* (Rosenberg, 1982).

Dosi (1988) levanta este argumento através da distinção entre conhecimento (conceito muito mais alargado) e informação, afirmando que, enquanto a informação compreende todas as partes de conhecimento que são públicas, codificadas e facilmente comunicáveis, o conhecimento, por contraste, inclui também aqueles componentes que são difíceis ou impossíveis de comunicar (“conhecimento tácito”). Segundo Polanyi (1987), este último engloba os itens do conhecimento que são fracamente definidos, não codificados e não publicados, que diferem de pessoa para pessoa e que não podem ser totalmente descritos mesmo por parte daqueles que os possuem. O “conhecimento tácito” é, até um nível bastante elevado, local ou específico da firma e, no essencial, determina a base do conhecimento de onde surge a inovação. Dosi (1988, p. 1126) usa o termo “base de conhecimento” principalmente no que concerne à tecnologia e define assim “*the set of information inputs, knowledge and capabilities, that inventors draw on when looking for innovative solutions*”.

Assim sendo, uma vez que o conhecimento tácito é desenvolvido através de um processo interno de aprendizagem, a tecnologia é também ela parcialmente específica do contexto, no sentido em que desenvolve ligações com o ambiente local. A vantagem tecnológica continua autonomamente em termos de conhecimento e de invenções, mas “a inovação, isto é, a aplicação e difusão de técnicas específicas à esfera produtiva, é muito determinada pelas condições sociais e pelas decisões económicas de lucro” (Perez, 1985). Este aspecto está intimamente relacionado com o conceito de **paradigma tecnológico**⁵² bem como com o conceito de instituições (entendido quer em sentido estrito – entidades governamentais e reguladoras, quer em sentido amplo – universidades, cultura empresarial, padrões tácitos de comportamento, etc.).

Dosi e Orsenigo (1988) procuram estabelecer uma ligação entre a mudança tecnológica e a mudança económica, onde a mudança ocorre num ambiente económico com as seguintes características: (i) é evolucionista, no sentido em que a mudança ocorre como um processo

⁵¹ De acordo com Eliasson (1990), a razão para a não transferibilidade do conhecimento assenta, não apenas no facto do custo de comunicação (custos de transacção) ser proibitivo, mas também, e acima de tudo, pela falta de competência do receptor.

⁵² Num artigo pioneiro, Dosi (1982) define o paradigma tecnológico como “*a model of solution of selected technological problems based on selected principles derived from the natural science and on selected material technologies*” (Dosi, 1982, p. 152). De acordo com o autor, cada paradigma molda e restringe as taxas e a direcção da mudança tecnológica independentemente dos incentivos do mercado.

de selecção entre agentes heterogéneos, que competem entre si e que, acima de tudo, são capazes de aprender ao longo do tempo; (ii) inclui um elemento irreversível (desenvolvimentos anteriores determinam as opções actualmente disponíveis e os mecanismos de selecção) e (iii) organiza-se autonomamente. Isto significa que, para Dosi e Orsenigo (1988), o percurso de evolução no ambiente económico é o resultado da dinâmica do progresso tecnológico, das actividades económicas e da actuação das instituições, os quais não podem ser determinados à priori. O investimento, no seu modelo, é visto como pertencente às actividades económicas, isto é, é determinado endogenamente.

Um exemplo de um processo de crescimento evolucionista não equilibrado, é a ideia de Schumpeter de ciclos (ondas) longos (longas). Com origem em Schumpeter (1939) e mais tarde refinado pelos contributos de Freeman, Clark e Soete (1982), Kleinknecht (1987) e de Van Duijn (1983), entre outros, esta hipótese enuncia que os momentos de introdução de inovações básicas estão agrupados no tempo. Um determinado grupo de inovações pode conduzir a um relançamento do crescimento económico assim que cria um grupo inovações incrementais subsequentes. A lei de Wolff (Freeman, 1982), relativa a oportunidades tecnológicas marginais decrescentes, origina um abrandamento do crescimento económico, após a difusão pela economia do novo paradigma tecnológico. Embora esta seja claramente uma teoria de crescimento económico conduzida pela tecnologia, também é dedicada atenção a outros factores não puramente tecnológicos ou económicos. Perez (1983) e Von Tunzelmann (1995) são dois exemplos bem elucidativos de abordagens em que a noção de paradigmas tecnológicos aparece relacionada com mudanças institucionais alargadas, estratégias empresariais ou dinâmica industrial.

Os ciclos longos são apenas uma alternativa para o equilíbrio. Muitos investigadores da escola evolucionista argumentariam contra uma interpretação cíclica restrita do crescimento económico (tais como Freeman, Clark e Soete, 1982; Silverberg and Lehnert, 1994). Nesta perspectiva mais fraca da teoria de Schumpeter sobre inovação e crescimento, períodos de crescimento rápido e lento sucedem-se mutuamente, mas a duração exacta das diferentes fases depende de factores históricos e institucionais.

Por seu turno, Amendola e Gaffard (1988) dão ênfase no seu modelo evolucionista à importância da mudança qualitativa e defendem um novo cenário do processo produtivo que passe a incorporar o processo de inovação. Para estes autores, a tecnologia é tida não como uma pré condição para o processo de inovação (exógeno) mas como um resultado do mesmo, pelo que o uso de recursos específicos desempenha um papel fundamental.

Tradicionalmente, o processo produtivo é considerado como a transformação de recursos genéricos em bens finais. Os recursos genéricos existem por direito próprio e são independentes de um processo de produção particular, podendo ser utilizados em diferentes combinações numa variedade de processos produtivos. A forma de combinar (coeficientes técnicos) determina a capacidade, mas a qualidade e a disponibilidade também são muito importantes. Por oposição e pela sua natureza, os recursos específicos⁵³ obtêm significância apenas com respeito ao processo produtivo, incorporam um elemento qualitativo e as relações entre eles são decisivas. O processo de produção passará, então, incluir o reconhecimento e a solução de problemas específicos.

Carlsson e Taymaz (1991) identificam duas razões para a existência de crescimento económico: o progresso tecnológico (como factor endógeno) e a competência económica (como componente adicional). Por competência económica, os autores referem-se à capacidade da firma em retirar vantagens das oportunidades oferecidas pelo progresso tecnológico, com as diferenças no comportamento do investimento a representarem diferenças na competência económica. As competências económicas excederam, para os autores, o progresso tecnológico em importância, afirmando que *"the distribution of investment and production among plants inside the production frontier is more important than shifts of the frontier"* (Carlsson e Taymaz, 1991, p. 3).

⁵³ Por recursos específicos, Gaffard (1991) refere-se essencialmente aos recursos humanos específicos.

QUADRO 2
TEORIAS EVOLUCIONISTAS DE CRESCIMENTO

Teoria	Objecto de Estudo	Processo input/output	Papel do Investimento
Nelson e Winter (1982)	Explicação de processos de mudança e de crescimento	Afastamento dos processos produtivos Retrato da empresa através de uma hierarquia de actividades dirigidas por regras	O investimento físico determina o crescimento e a contração das firmas (o investimento intangível não é elaborado)
Dosi (1988) e Dosi e Orsenigo (1988)	Ligação entre a mudança tecnológica e a mudança económica; Explicação do processo de inovação (conhecimento tácito, cumulatividade)	A firma é caracterizada por processos de aprendizagem e de descoberta e não pela afectação de recursos	O investimento faz parte das actividades económicas (restrito a componentes físicos)
Amendola e Gaffard (1988)	Explicação da Inovação; A tecnologia como resultado do processo de inovação e não como a sua pré condição	O processo produtivo deixa de ser uma transformação de recursos genéricos em bens finais por uma configuração particular dos factores produtivos, para passar a ser moldado por recursos específicos	O investimento não é mencionado explicitamente; O investimento intangível pode ser interpretado como a parte dos recursos específicos que influencia o processo produtivo
Carlsson e Taymaz (1991) e Carlsson e Eliasson (1990)	Explicação do crescimento como resultado do progresso tecnológico e da competência económica	Afectação de recursos em ligação com os processos de aprendizagem e selecção	Diferenças no comportamento de investimento representam competência económica

Fonte: OCDE (1998)

3.1.1. A modelização evolucionista e a sua influência para a Teoria do Crescimento

3.1.1.1. A modelização evolucionista: principais hipóteses e modo de funcionamento

Tendo por base os aspectos evolucionistas descritos anteriormente, é possível afirmar que o modelo evolucionista se caracteriza por uma *análise dinâmica*, a qual contempla *elementos aleatórios* capazes de gerar alguma oscilação na variável em questão (por exemplo, a firma ou a tecnologia) através de um mecanismo que selecciona a variação existente (Dosi e Nelson, 1994)⁵⁴. Neste processo, a aprendizagem e a descoberta por experimentação ou erro desempenha um papel fundamental na definição da capacidade de adaptação e de mutação da variável em questão. Baseada na tradição Schumpeteriana (1942) da centralidade da firma no desenvolvimento económico capitalista, os modelos de crescimento evolucionista têm

⁵⁴ Metclfe et al. (2000) demonstra a interdependência entre o processo de selecção e o processo de desenvolvimento.

fundações microeconómicas, no sentido em que as firmas são os actores principais na tomada de decisões de investimento relativas ao desenvolvimento e à adopção de novas tecnologias, bem como ao uso dessas mesmas tecnologias para produzir bens e serviços.

Seguindo a classificação de Dosi e Nelson (1994) sobre modelos de crescimento evolucionistas, este ponto irá centralizar a sua análise no modelo concreto de Nelson e Winter (1982), desenvolvido em diferentes etapas (Nelson e Winter, 1974; Nelson, Winter e Schuette, 1976), o qual se baseia num instrumental lógico destacado por Winter (1971) em que as regras de decisão, procura e selecção são fornecidas analiticamente.

Assume-se que cada firma possui uma tecnologia convexa e com rendimentos constantes à escala, representada por um conjunto de produção Y num espaço euclidiano tridimensional onde se assume que existem dois inputs e um produto homogéneo. O elemento genérico de Y é representado por y . Neste contexto, a selecção natural é formalizada por uma cadeia finita de Markov, ou seja, cada firma tem a mesma tecnologia, definida por uma matriz A ($3 * M$), em que cada coluna representa uma listagem de fluxos de input e output efectuadas por uma única fábrica num determinado período, e pelo menos uma linha é estritamente negativa. Em cada período, as firmas caracterizam-se por um stock de capital K_j , que se assume que é utilizado integralmente.

Esta estrutura fornece a base para o mecanismo da regra de decisão (para decisões de produção). Esta regra é representada, simplesmente, por uma coluna de A e pode ser formalizada para cada firma j no momento t pelo vector: $(r_{jt} = 1, a_{Lt}, a_{Kt})^T$, onde a_{Lt} (a_{Kt}) indica o montante de trabalho (capital) necessário para produzir uma unidade do produto. Deste modo, em qualquer momento do tempo, o estado da firma é definido por um par de inputs (a_{Lt}, a_{Kt}) , e pelo seu stock de capital K_j . O estado de uma indústria é simplesmente uma lista dos estados das firmas dessa indústria $[(r_1, K_1), \dots, (r_P, K_P)]$, onde P representa o número de firmas potencialmente existentes. O estado de uma indústria num determinado momento implica um certo stock de capital agregado em utilização - $\sum \frac{K_j}{a_{K_j}}$ - e um certo

nível de emprego do trabalho agregado - $\sum \frac{a_{L_j}}{a_{K_j}}$.

Os preços do produto e dos inputs são determinados pelo estado da indústria de acordo com uma função de procura de preços contínua, que mapeia as quantidades agregadas de capital, trabalho e produto numa lista de preços não negativos do produto, capital e trabalho que asseguram o equilíbrio de mercado. É igualmente assumido (Nelson e Winter, 1982) que esta função assegura lucros positivos para todas as firmas para algum estado da indústria. Mais especificamente, assume-se que a taxa salarial da indústria é determinada de acordo com a seguinte regra:

$$w = a + b \left(\frac{L_t}{(1+g)^t} \right)^c,$$

onde t representa o período do tempo, L_t representa o trabalho agregado utilizado no período e a , b , c e g são constantes. Se $g = 0$, as condições da oferta de trabalho são constantes ao longo do tempo e o modelo, como um todo, assume a forma de um processo de Markov com probabilidades de transição constantes. Se $g \neq 0$, então as condições da oferta de trabalho sofrem alterações e o modelo continua a ser um processo de Markov mas com probabilidades de transição dependentes do tempo. Por seu turno, a taxa salarial permite determinar a rendibilidade bruta da firma e o investimento bruto é determinado pelos lucros brutos.

De um período para o seguinte, o estado de uma firma individual altera-se de acordo com as regras probabilísticas que dependem do estado inicial das firmas e da sua rendibilidade (determinada pelo estado inicial, pela taxa salarial e pelos parâmetros constantes). Uma vez que a indústria é uma listagem dos estados das firmas, a regra de probabilidade de transição para as firmas individuais define a probabilidade de transição no conjunto de estados da indústria.

Nelson e Winter (1982) assumem que há firmas existentes e potenciais entrantes. As regras de probabilidade de transição para as técnicas produtivas são especificadas com base na rendibilidade bruta do capital das firmas, consoante as firmas pertencem ao grupo 1 ou ao grupo 2 definidos de seguida:

- *Grupo 1:* As firmas com capital positivo no estado actual têm um comportamento satisfatório no que diz respeito às regras de decisão, se forem suficientemente lucrativas, ou seja, se realizarem uma rendibilidade bruta do capital que exceda um

determinado nível. Portanto, elas retêm a técnica de produção do estado com probabilidade 1 (*satisfatória*);

- *Grupo 2*: As firmas que realizam uma rendibilidade bruta do seu capital inferior ao nível determinado passam por um processo probabilístico de mudança de técnica. Este processo pode desenvolver-se quer pela procura de melhorias incrementais dos métodos actuais das firmas (*procura local*) quer pelo olhar para o que as outras firmas estão a fazer (*imitação*), mas não ambas ao mesmo tempo.

No caso da *procura local*, a procura é local no sentido em que a distribuição de probabilidades do que é encontrado está concentrada em técnicas semelhantes às actuais. A distância entre a técnica h e h' é dada por:

$$D(h, h') = WTL |\log a_L^h - \log a_L^{h'}| + WTK |\log a_K^h - \log a_K^{h'}|$$

onde $WTL + WTK = 1$. Ou seja, a distância entre as duas técnicas é uma média ponderada das diferenças absolutas dos logaritmos dos coeficientes dos inputs. Quanto mais próximo estiverem as técnicas uma da outra, maiores são as probabilidades de transição de uma para a outra.

No caso da *imitação*, a probabilidade de que as firmas, ao olharem para o que as outras estão a fazer, encontrem uma técnica particular, é proporcional ao peso do que foi produzido por aquela técnica no produto total da indústria no período em questão. As técnicas alternativas que surgiram no processo de procura são adoptadas pela firma se apresentarem uma maior rendibilidade por unidade de capital do que a regra actual da firma.

No que à entrada de firmas diz respeito, os potenciais entrantes são classificados por Nelson e Winter (1982), em dois grupos:

- Firmas com capital igual a zero no estado actual, que tencionam utilizar uma regra de decisão da produção que pressuponha um retorno do capital superior ao nível determinado. Estas firmas tornam-se entrantes efectivos com uma probabilidade inferior a 1;
- Firmas que contemplam regras que se traduzem num retorno do capital inferior ao nível determinado, fazendo com que elas não entrem com probabilidade 1.

O objectivo final dos autores é demonstrar que um modelo evolucionista com as características acima descritas é capaz de explicar os padrões macroeconómicos explicados pela teoria neoclássica, representada pelo artigo de Solow de 1957, no qual eram utilizados dados relativos ao produto nacional bruto, factor capital, factor trabalho e preços dos factores referentes a mais de 40 anos. Nelson e Winter (1982), através de simulações em computador conseguiram gerar os mesmos agregados macroeconómicos mas construindo-os a partir de dados microeconómicos. Ou seja, o modelo descrito neste ponto é capaz de gerar trajectórias temporais de inputs e outputs de firmas e indústrias, a trajectória temporal da taxa salarial da indústria, bem como a taxa de retorno do capital, a percentagem de capital e a percentagem de trabalho das firmas e da indústria. Colocando as condições originais do modelo de forma a torná-las correspondentes com as condições reveladas pelos dados de Solow, os dois autores obtiveram um “progresso técnico” mais alisado do que aquele encontrado por Solow nos dados reais dos EUA, confirmando, por conseguinte, o carácter gradual e incremental da mudança tecnológica preconizada pela teoria evolucionista.

Acresce ainda o facto de o modelo de simulação gerar “progresso técnico” com um produto por trabalhador crescente, uma taxa salarial crescente e um rácio capital-trabalho também crescente, com uma taxa de retorno do capital relativamente constante. Deste modo, embora o modelo evolucionista de Solow não adopte uma função de produção neoclássica, isto não afecta a capacidade explanatória do modelo uma vez que a economia simulada é capaz de alcançar as mesmas conclusões sem perder os detalhes microeconómicos (por exemplo, a dispersão de técnicas e as diferenças nas taxas de crescimento).

Contudo, vale a pena enfatizar que, embora o modelo de simulação de firmas responda aos sinais de rendibilidade quer nas mudanças de técnicas quer nas decisões de investimento, as firmas não estão a maximizar o lucro. De modo oposto, a ênfase é colocado no comportamento empresarial: as firmas que “fazem as coisas bem, relaxam fazendo apenas pequenas mudanças quando alteram as suas regras de decisão”; as firmas sujeitas a restrições de pagamentos “crescem pela maximização dos investimentos” (Nelson e Winter, 1982).

Analogamente, o modelo não assenta no conceito de equilíbrio. Em qualquer momento do tempo, são utilizadas diferentes técnicas e são obtidas diferentes taxas de rendibilidade, como resultado do facto de existirem sempre melhores técnicas que não estão a ser utilizadas porque não foram encontradas, e de existirem firmas mais atrasadas que usam tecnologias menos económicas relativamente às melhores práticas.

Assim sendo, a interpretação evolucionista da mudança de produtividade no longo prazo difere da interpretação neoclássica, que se baseava na distinção entre movimentos ao longo da função de produção e saltos para outra função. No cenário evolucionista, as firmas empreendem um processo de procura e, consoante os resultados obtidos, podem melhorar os seus procedimentos e passar por um mecanismo de selecção. Neste contexto, a procura e a selecção substituem a maximização e o equilíbrio, não deixando qualquer espaço para a função de produção neoclássica.

O modelo evolucionista básico apresentado anteriormente sofreu desenvolvimentos subsequentes dando origem a duas correntes de modelização evolucionista que procuram juntar a análise dos padrões de difusão e das mudanças de produtividade na explicação das assimetrias tecnológicas (isto é, desfasamentos entre firmas em termos de custos de produção e das características do produto), da variedade tecnológica (isto é, diversidade relacionada com as diferenças entre firmas no que respeita aos seus processos de procura, combinações de inputs e produtos, apesar da similitude dos seus custos de produção) e da diversidade comportamental (isto é, dentro da mesma indústria as firmas apresentam diferentes estratégias). O aspecto fulcral destes modelos⁵⁵ concerne os processos envolvidos no desenvolvimento económico dos países com rendimentos mais baixos, que, na opinião de alguns autores (por exemplo, Dosi e Nelson, 1994) parece não ter sido suficientemente dissecado pela teoria neoclássica.

Sob a hipótese de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, a teoria de crescimento neoclássico explica as diferenças entre os países nos níveis de produtividade com base nas diferenças da quantidade de capital por trabalhador. No entanto, embora os países com rendimento mais elevados possuam mais capital e outros inputs por trabalhador do que os países de rendimentos mais baixos, eles operam numa função de produção superior. Mesmo considerando o argumento da convergência condicional, a explicação neoclássica do processo de desenvolvimento é bastante fraca (Dosi e Nelson, 1994) quando confrontada com a evidência empírica. De acordo com a teoria evolucionista, o processo em questão pressupõe que os países menos desenvolvidos aprendam e adoptem as tecnologias (capital-intensivas) dos países mais desenvolvidos, ou seja, segundo uma perspectiva evolucionista, o crescimento económico numa economia menos desenvolvida pode ser encarado como um processo de desequilíbrio que envolve diferentes firmas a empregarem diferentes colheitas

⁵⁵ Os resultados obtidos por estes modelos, como a significância do processo de aprendizagem interno e externo à firma, ou a significância do aspecto da propriedade da tecnologia e da mudança tecnológica incorporada, são capazes de fornecer perspectivas muito interessantes para a explicação do crescimento.

de tecnologias. Neste contexto, em primeiro lugar, as novas tecnologias necessitam de ser incorporadas em novos equipamentos, enquanto o stock de capital dos países menos desenvolvidos for mais velho que o dos países avançados, e, em segundo lugar, existem defasamentos temporais que devem ser considerados na aquisição de competências pela força de trabalho dos países menos desenvolvidos para operar com as tecnologias modernas.

Na discussão destes modelos, deve ser feita uma distinção entre **modelos que adoptam apenas duas tecnologias** (uma velha e uma nova) e **modelos que permitem um multitude de tecnologias**. Em ambos os casos, o elemento estocástico da geração de novas técnicas ou do processo de procura é eliminado, concentrando-se na selecção de técnicas que estão inicialmente em utilização.

Seguindo a classificação de Dosi e Nelson (1994), a apresentação de um **modelo com duas tecnologias** irá centralizar-se no modelo de Silverberg, Dosi e Orsenigo (1988), no qual o nível de procura industrial é tomado como um dado e cresce a uma taxa exponencial. As firmas detêm uma percentagem do mercado desta procura num dado momento, embora as quotas de mercado se possam alterar ao longo do tempo, com uma constante temporal característica a funcionar como resposta dinâmica às disparidades num contexto de competitividade relativa. Para cada firma, a competitividade é definida como uma combinação linear do preço de mercado e do atraso das entregas correntes. A quota de mercado das firmas muda de acordo com o desvio da competitividade da firma face à competitividade média da indústria. Assume-se que os empresários estão conscientes do processo de crescimento económico e da mudança tecnológica, cujos desenvolvimentos são tomados em consideração na tomada de decisões relativas a investimentos fixos, pelo que, o processo de tomada de decisões se baseia em certas regras empíricas (*"rules of thumb"*) e espíritos animais (*"animal spirits"*) sob a forma de regras de decisão que dirigem as políticas de reposição e a expansão da capacidade.

A mudança tecnológica está incorporada nas colheitas. O stock de capital de cada firma é representado como o investimento bruto agregado levado a cabo entre a data de início e o período corrente, podendo ser composto por diferentes tecnologias bem como por diferentes colheitas de uma única trajetória tecnológica. O nível desejado de expansão da capacidade pode ser estabelecido inicialmente em qualquer nível, podendo ser revisto no decurso do tempo de forma a considerar o desvio da taxa de utilização da capacidade do nível desejado.

O trabalho é o único custo corrente de produção que as firmas enfrentam. A quantidade total de trabalho por unidade de capital é dada pela média dos coeficientes técnicos trabalho-produto em diferentes momentos do tempo, entre o período inicial e o período corrente. Alterações da quantidade de trabalho ao longo do tempo devem-se à introdução de equipamentos mais produtivos por via de investimentos e à remoção de equipamentos devido ao desgaste. Alterações nos níveis de produção reflectem um desvio das datas de entregas correntes de um nível standard industrial. Os preços são determinados como um compromisso dinâmico entre a taxa de *mark-up* desejada sobre os custos unitários e a competitividade relativa.

O núcleo do modelo diz respeito à comparação entre duas trajectórias tecnológicas, que representam, em qualquer momento, as produtividades máximas possíveis de alcançar com as colheitas das melhores práticas das respectivas tecnologias. Assume-se que estas tecnologias se alteram a uma determinada taxa e que a segunda é sempre superior em produtividade. Inicialmente, todas as firmas utilizam a tecnologia 1, que é madura no sentido em que os níveis de competências estão saturados a 100%. No que diz respeito à tecnologia 2, as firmas possuem uma menor eficiência e não têm consciência da margem para desenvolvimentos futuros e, portanto, podem apenas tentar adivinhar a taxa de melhorias futuras quer na eficiência quer no progresso tecnológico. Isto reflecte o facto de que a produtividade de uma tecnologia diz respeito à *expertise* específica e à experiência interna e externa da firma, mais do que as máquinas empregues. Assim, as decisões de investimento assentam na capacidade de avaliar as perspectivas futuras de desenvolvimentos, quer pela aquisição de experiência com as tecnologias das melhores práticas quer pelo aguardar do momento certo de forma a evitar possíveis custos de desenvolvimento. A taxa de mudança do nível de competências internas da firma i utilizando a tecnologia s_i , segue a seguinte regra:

$$s_i = A[P_i / (CP_i + C)] * s_i (1 - s_i) \quad \text{se: } s_i > s_p,$$

em que A é um parâmetro, P_i é a produção corrente da firma, CP_i representa a produção acumulada com a nova tecnologia, C é uma constante proporcional ao stock de capital da empresa e s_p é o nível de competência disponível, em termos gerais, na indústria também para aquelas firmas que ainda não produzem na nova trajectória tecnológica. Esta “competência pública” pode ser pensada enquanto movimentações de trabalho e gestão qualificados entre as firmas, instruções operacionais de algum equipamento industrial

difundido pelos produtores aos utilizadores, publicações industriais e de comércio, etc..., Deste modo, a taxa de mudança do nível de competência disponível em termos gerais pode ser formalizado como:

$$\dot{s}_p = A[\langle s \rangle - s_p] \quad \text{onde } \langle s \rangle = \sum_i^N f_i s_i ,$$

com f_i a representar um parâmetro constante e N a representar o número de firmas na indústria. As firmas desfrutam desta externalidade de aprendizagem mesmo que ainda não estejam a utilizar a nova tecnologia $\dot{s}_i = \dot{s}_p$ se $s_i = s_p$. Quando decidem sobre se devem mudar para a nova tecnologia, as firmas podem abandonar os seus critérios de investimento indicados acima de forma a considerar os ganhos na produtividade devido à instalação do novo equipamento bem como devido à proficiência antecipada no uso. Estas considerações dependem de quão optimistas estiverem as firmas sobre o potencial de desenvolvimento futuro da nova trajectória tecnológica. Assim, as firmas escolhem um “bónus de antecipação” (X_i) que atribuem à nova tecnologia na tomada de escolha da técnica. A nova tecnologia será preferida à antiga de acordo com a regra seguinte:

$$(P_2 - P_1)/(c_1 - c_2/s_i X_i) \leq b_i ,$$

onde P_1 e P_2 correspondem aos preços da velha e da nova técnica, c_1 e c_2 são os custos unitários da velha e da nova técnica e b_i é a meta do tempo de retorno da firma i . Assim sendo, a nova técnica será preferida em relação à velha se a sua produtividade ajustada for superior à da técnica velha e se for mais barata ($P_2 < P_1$) ou se, mesmo sendo mais cara ($P_2 > P_1$), a diferença no preço seja contrabalançada pelos custos unitários mais baixos ($c_2 < c_1$) dentro do período de retorno desejado.

Devido às complexas propriedades matemáticas do modelo, os autores executam simulações em computador de forma a descobrirem algumas propriedades económicas do modelo. Com isto, os autores concentram a sua atenção no “bónus de antecipação” que reflecte expectativas em relação ao percurso futuro da nova trajectória, de modo a explorar ainda mais os aspectos estratégicos do processo de difusão e o problema da interdependência de comportamentos. As simulações em computador revelam resultados interessantes relativamente à estratégia das empresas, os quais são susceptíveis de afectar a

taxa de crescimento de toda a economia. Se todas as firmas anteciparem que vão incorrer em custos de desenvolvimento associados ao processo de levar a nova tecnologia até maturidade comercial, nenhuma adopta a nova tecnologia. Por oposição, se a taxa de aprendizagem interna for acelerada, fará aumentar a dinâmica de apropriação da inovação das primeiras firmas (*“early adapters”*), que se tornam os beneficiários ao mostrarem níveis elevados de eficiência. De igual modo, a evolução dos níveis de competências específicos da firma e externos à mesma, permite as firmas seguintes (*“middle and late adopters”*) começarem a partir de níveis mais elevados de eficiência devido à aprendizagem externa, e até ultrapassar as primeiras firmas. Portanto, a inovação e a difusão tecnológica caracterizam-se por efeitos colectivos e tensões sociais entre os ganhos privados e da sociedade, o que tem impacto no crescimento económico agregado. A taxa de aprendizagem interna e externa afecta as decisões de investimento das firmas no que concerne a técnicas de produção, o que, por seu turno, afecta a produtividade e o crescimento empresarial e, por isso, também tem impactos no crescimento económico agregado.

Debruçando agora a análise sobre um **modelo de tecnologias múltiplas**, baseado fundamentalmente em Soete e Turner (1984), verifica-se que, como anteriormente, o cerne da questão está relacionado com o núcleo do modelo que lida com a difusão tecnológica, embora se apresenta uma descrição intuitiva da estrutura global do modelo.

Assume-se que existe um grande número de empresas a produzir um bem homogéneo, utilizando para o efeito N diferentes técnicas. O número de técnicas diferentes pode alterar-se ao longo do tempo, como resultado de inovações tecnológicas. Cada técnica utiliza dois factores de produção (trabalho e capital) sendo que os rácios capital-produto e trabalho capital, para cada técnica, podem mudar no decorrer do tempo devido a aumentos de eficiência. O stock de capital da economia é dado pela soma dos stocks de capital usados por cada técnica. Assumindo uma taxa de salário comum, a taxa de retorno do capital obtida pelas firmas que utilizam a técnica α é representada por r_α e a taxa de retorno do capital para toda a economia é representada por r . Uma técnica particular é a técnica de melhores práticas, se a mesma produzir a taxa de retorno mais elevada dada a taxa de salário comum.

Os empresários irão procurar a técnica mais lucrativa para investir, mas nem todos serão bem sucedidos nessa procura. As hipóteses comportamentais que aqui estão subjacentes são as de que os empresários tomam decisões diferentes como resultado dos factores de “retardação”, tais como incerteza sobre a lucratividade da nova técnica, custos e tempo

envolvidos na sua aprendizagem e na sua utilização, possível protecção, etc. Assim sendo, a adopção de uma nova técnica pode ser adiada até que a informação sobre a experiência de outras firmas esteja disponível. Este padrão comportamental, que reflecte no facto dos empresários, mesmo estando à procura maiores lucros, não adoptarem a técnica mais lucrativa devido aos efeitos retardadores, pode ser formalizada na função de investimento seguinte para a técnica α :

$$I_{\alpha} = \sigma r_{\alpha} K_{\alpha} + \eta(r_{\alpha} - r)K_{\alpha} ,$$

onde $\sigma < 1$ representa o rácio de poupança dos lucros, que é assumido como idêntico para todas as técnicas, K_{α} representa o stock de capital total incorporado na técnica tipo α e η é uma constante. Se $\eta = 0$, os investimentos na técnica α virão apenas do excedente gerado pela própria técnica α ($\sigma r_{\alpha} K_{\alpha}$); se $\eta \neq 0$, o investimento na técnica α será maior ou menor que o excedente gerado pela técnica α , consoante $r_{\alpha} > r$ ou não. Ou seja, a técnica mais lucrativa irá atrair investimento, o qual, de modo oposto, cairá se a técnica não for lucrativa. Dados $g = \sigma r$ e $g_{\alpha} = (\sigma + \eta)(r_{\alpha} - \eta r)$, o diferencial das taxas de crescimento de cada técnica ($g_{\alpha} - g$) é dado por:

$$g_{\alpha} - g = (\sigma + \eta)(r_{\alpha} - r),$$

o que implica que a diferença entre a taxa de crescimento de uma técnica particular α é proporcional à diferença entre a lucratividade dessa técnica e a lucratividade de toda a economia.

Soete e Turner (1984) demonstram que a taxa de mudança tecnológica (r), é dada por:

$$v = \sum_{\alpha} \frac{\partial r_{\alpha}}{\partial t} \Big|_w \frac{K_{\alpha}}{K} + (\sigma + \eta) \sum_{\alpha} (r_{\alpha} - r)^2 \frac{K_{\alpha}}{K} .$$

Nesta expressão podem ser distinguidas duas componentes: (i) a primeira fornece uma média ponderada da taxa de progresso técnico para cada técnica α e pode ser referida como a mudança técnica não incorporada (isto é, contabilizando apenas a mera ocorrência da inovação); (ii) a segunda que representa o termo da “difusão” ou da mudança técnica incorporada em novos investimentos, dá-nos a covariância do desvio da taxa de retorno em relação à distribuição K_{α} / K . Se existir uma distribuição alargada das taxas de retorno das

diferentes técnicas, a contribuição dos termos de difusão para a taxa global de mudança técnica será elevada. De facto, neste caso concreto, verificar-se-á um grande número de empresários espalhados pelo espectro da taxa de retorno, pelo que o número de empresários que se dirigem para as novas técnicas será elevado. Isto implica uma rápida difusão e uma elevada taxa de progresso tecnológico incorporado.

Por oposição, uma forte distribuição das taxas de retorno das diferentes técnicas irá reduzir a contribuição do termo da difusão para a taxa global de mudança técnica, e o número de empresários que se encaminha para a nova técnica será reduzido.

Portanto, o crescimento económico agregado está relacionado com a variação entre tecnologias e respectivos níveis de difusão, o que, por seu turno, implica que o progresso tecnológico incorporado no novo investimento faça aumentar o processo de difusão das novas técnicas e acelerar o crescimento agregado.

3.1.1.2. *A influência da modelização evolucionista na Teoria do Crescimento*

Em jeito de balanço, é possível afirmar que a teoria de crescimento evolucionista emerge, como se demonstrou anteriormente, como uma tentativa de ultrapassar os limites da teoria de crescimento neoclássica formalizada, por exemplo por Solow (1957). Embora o modelo de Solow, contabilizando o progresso técnico, explicasse os factos estilizados, o principal problema parecia estar relacionado com a impossibilidade de distinguir entre um movimento ao longo da função de produção (devido a um aumento de um tipo de capital) e uma deslocação da função de produção (devido a um aumento de outro tipo de capital). Esta distinção pode ser vista como a distinção entre inovação e operações de rotina na economia evolucionista, que não existem de todo na teoria de crescimento neoclássica devido às suas hipóteses⁵⁶.

O desenvolvimento da teoria de crescimento tradicional ao longo destas linhas insatisfatórias pode ser atribuído ao distanciamento entre a teoria formal e a teoria apreciativa (Nelson e Winter, 1982). A última tende a estar próximo dos trabalhos empíricos e é sobre o que “o analista pensa que está a acontecer”, pelo que pode ser geralmente expressa em termos “*storytelling*” (de contar uma história) – (Santangelo, 2001). A teoria

⁵⁶ A insatisfação relativa à representação da mudança tecnológica como deslocação da função de produção surgiu antes da tentativa sistemática de organização de uma teoria evolucionista enquanto alternativa à tradição ortodoxa, como é ilustrado pelos artigos de Kaldor (1957) e Atkinson e Stiglitz (1969).

formal serve-se dos dados como suporte já que o seu principal objectivo é estabelecer uma estrutura abstracta que permita explorar, encontrar e verificar as ligações lógicas propostas (Nelson e Winter, 1982; Nelson, 1998).

Se a teorização económica estiver correcta, então os factos empíricos influenciam a teoria apreciativa, e esta por sua vez fornece a base para a teoria formal. Contudo de acordo com estes autores, na história do pensamento económico o que parece acontecer é que a teoria formal e a teoria apreciativa são desenvolvidas separadamente, com a primeira a fornecer aspectos da teoria apreciativa que poderiam ter sido claramente formalizados de acordo com os instrumentos matemáticos disponíveis, deixando todo o resto de parte. De facto, Nelson e Winter (1982) e Nelson (1994) argumentam que, enquanto nos anos 50 e 60, a teoria neoclássica estava preocupada em juntar corpos de teoria formal num contexto específico de crescimento e com a formalização de ideias apreciativas de uma forma inocente, a teoria apreciativa embarcou numa análise dos aspectos micro da tecnologia (por exemplo, Scherer, 1965 e Schmookler, 1966), cujos resultados começaram a questionar alguns dos fundamentos da economia neoclássica tais como a informação perfeita, a racionalidade económica e a regra de maximização.

Este afastamento marcou um duplo desenvolvimento da análise do crescimento económico: uma análise do crescimento económico ao nível macro mais concentrada na formalização, e uma análise do crescimento económico num nível micro mais concentrada na evidência empírica. As razões para esta disjunção foram identificadas na falta de instrumentos analíticos para modelizar equilíbrios gerais não competitivos bem como na escassa atenção prestada à teorização apreciativa pelos economistas formais. Os resultados da teorização apreciativa mostraram que as diferenças significativas inter-indústria e inter-sectores estavam associadas a diferenças nas taxas de crescimento da produtividade total dos factores, que reflectiam diferenças na taxa de mudança tecnológica. Estes resultados vieram confirmar o argumento de Schumpeter (1942) relativo à centralidade da firma no desenvolvimento económico capitalista.

No entanto, tal como Nelson e Winter (1982) e Nelson (1994, 1998) afirmam, quer a teoria forma quer a teoria apreciativa ocupam-se dos determinantes do crescimento (usando palavras de Abramovitz) no sentido em que o crescimento tem sido compreendido como

uma função de mudança destes determinantes imediatos, sem explorar o que estava por detrás deles⁵⁷.

Numa tentativa de fornecer uma análise mais realista do crescimento do aquela que tinha sido avançada pela tradição ortodoxa, a perspectiva evolucionista oferece alguns importantes contributos para a teoria do crescimento. Em primeiro lugar, devido às suas fundações microeconómicas, a teoria evolucionista encara os processos micro como fundamentais e os processos macro como agregados, o que implica que os fenómenos macro são o resultado dos fenómenos micro subjacentes e que, portanto, desempenham um importante papel na explicação dos processos agregados. De modo oposto, a teoria neoclássica centralizou a sua atenção nos fenómenos macro descurando os pormenores micro, perdendo assim elementos importantes de análise (Santangelo, 2001). Assim sendo, esta abordagem distinta tem permitido à perspectiva evolucionista colocar a ênfase na significância da análise ao nível da firma e do sector, onde as tecnologias e as indústria co-evoluem. De facto, esta maior ênfase colocada nos fenómenos micro tem permitido à teoria evolucionista lidar com os aspectos relativos às mudanças estruturais de uma forma mais realista. A adopção de uma função de produção Cobb-Douglas – cujo uso teórico pode conduzir a erros (ver, por exemplo, Harcourt, 1972) – impossibilita, na opinião dos evolucionistas (ver por exemplo, Nelson, 1994), que a teoria neoclássica e a nova teoria do crescimento compreendam os efeitos das importantes mudanças distributivas que afectam as taxas globais de crescimento.

A principal dificuldade assenta no facto da taxa global de crescimento do produto agregado e da produtividade do trabalho depende das variações entre os sectores relativas à taxa de crescimento do produto e ao nível de produtividade do trabalho (Cornwall e Cornwall, 1994). Ao tratar a economia como um todo homogéneo, a nova teoria do crescimento assume que cada sector experimenta as mesmas variações no crescimento da produtividade, o que não lhe permite captar o facto de que um aumento do crescimento da produtividade apenas num determinado sector tem um impacto no crescimento da produtividade média de acordo com o peso do sector afectado no produto e com alguma reafecção do trabalho entre sectores.

⁵⁷ Este aspecto foi claro nos anos 70, quando não foi encontrada uma explicação convincente para a performance desigual entre os países (ou seja, abrandamento da Economia Americana e crescimento do Japão e dos países europeus) – Santangelo (2001).

A análise evolucionista ultrapassa os limites da teoria ortodoxa levando a cabo uma análise microeconómica com base no uso de uma tecnologia Leontief em evoluída (como foi descrito no modelo de Nelson e Winter), que foi originalmente adoptada ao nível agregado no modelo de Harrod-Domar. Nesse caso, a função de produção de Leontief criou um problema de “*knife-edge*” devido ao elevado número de parâmetros. No caso da tecnologia de Leontief, este problema é resolvido uma vez que a inovação fornece a flexibilidade necessária para evitar o problema de “*knife-edge*” na economia (Andersen, 2001). De facto, neste contexto, um desequilíbrio no mercado de trabalho produz uma procura activa por parte da firma por novos métodos de produção que, empregues de forma mais intensiva, tornam os factores de produção mais abundantes, o que fornece um enquadramento mais rigoroso do que a função de produção agregada neoclássica para analisar o crescimento económico.

Nestes termos, a perspectiva evolucionista tem contribuído para uma teorização mais “realista” do crescimento pela adopção de uma abordagem comportamental na explicação do processo de tomada de decisões da firma. Nesta perspectiva, as firmas tomam as suas decisões com base em algumas regras empíricas (“*rules of thumb*”), as quais, tomadas como um dado, fazem a ligação entre os estímulos ambientais e as respostas empresariais, o que permite a construção de uma teoria de crescimento mais realista por comparação com a teoria neoclássica e com a nova teoria do crescimento, onde as regras relativas ao processo de decisão das firmas são deduzidas da maximização.

A adopção desta abordagem comportamental eleva o poder explicativo da teoria de crescimento evolucionista ao considerar o ambiente altamente incerto em que as firmas operam. Quando tomam as suas decisões, as firmas desconhecem as possíveis alternativas e os potenciais resultados de sucesso e, portanto, estão longe de enfrentam “conjuntos de produção alargados e bem definidos que se estendem para além do âmbito operacional” (Nelson e Winter, 1982) como na abordagem ortodoxa, procedendo, sim, através de um processo de aprendizagem por erros e experimentação.

Um contributo adicional da teoria evolucionista recai na introdução de um conceito dinâmico de competição (e de concorrência) com o desenvolvimento de vantagens competitivas, o qual não assenta nas análises de equilíbrio da teoria ortodoxa, que entende a concorrência como circunstâncias em que não podem ser realizados lucros ou mudanças competitivas relativas e assume que o sistema deve estar próximo deste estado. Ao invés, na perspectiva evolucionista a concorrência é definida em termos de condições que

continuamente se alteram ao longo do tempo como resposta às estratégias prosseguidas pelas firmas e reacções do resto dos sistemas. Deste modo, a teoria evolucionista concentra-se nas taxas de crescimento da escala de produção dos bens concorrentes em detrimento da simples escala de produção (Metcalfe e Gibbons, 1989).

Neste contexto, o reconhecimento dos aspectos de propriedade da mudança tecnológica (contra a concepção tradicional do conhecimento como bem público) têm sido identificados como o principal elemento de compreensão do crescimento macroeconómico. A possibilidade de apropriação de uma inovação tecnológica gera diferenças nas taxas de crescimento entre as firmas e a nível agregado, como é demonstrado pelos modelos que contemplam a difusão tecnológica discutidos anteriormente.

“Nestes, à semelhança de outros aspectos, a abordagem evolucionista antecipou-se” (Santangelo, 2001) e, de alguma forma, estimulou a nova teoria do crescimento (NTC). O reconhecimento, pela NTC, do aspecto de propriedade tecnológica – devido à rendibilidade dos investimentos em I&D, que permitiam à firma apropriar-se de uma parcela do aumento da produtividade –, de imperfeições de mercado bem como de externalidades resultantes dos investimento em I&D ou da educação (Lucas, 1988) e de “*spillovers*” que geravam economias de escala (Romer, 1986), podem ser vistos como uma consequência dos desenvolvimentos heterodoxos.

De modo similar, a emergência de um esquema explicativo alternativo evolucionista permitiu o desenvolvimento de modelos neo-Schumpeterianos dentro do âmbito da NTC, como o caso do modelo de Aghion e Howitt de 1992, que trata a mudança tecnológica como um processo de “destruição criativa”. Assim sendo, as principais diferenças entre estes e os modelos neoclássicos recaem nas hipóteses mais realistas dos primeiros. Não obstante, o reconhecimento destes fenómenos como determinantes importantes do crescimento não pode ser visto como uma novidade quando se considera que a teoria aplicada já havia enfatizado estes aspectos muito antes. Contudo, segundo Aghion e Howitt (1994), os modelos da nova teoria do crescimento ainda revelam algumas limitações pelo facto de assentarem em expectativas racionais – a hipótese da informação perfeita é relaxada mas apenas porque se trata a incerteza sobre o futuro em termos de uma correcta distribuição especificada de probabilidades dos possíveis acontecimentos futuros – e na falta de atenção relativamente às instituições e aos custos de transacção.

Os modelos de crescimento endógeno tomaram em consideração a incerteza que rodeia a mudança técnica, mas sem reconhecerem que os contínuos avanços técnicos implicam um estado contínuo de desequilíbrio. Este facto deve-se ao carácter de optimização dos agentes económicos dos modelos e, portanto, embora o avanço técnico seja encarado como a principal fonte de crescimento económico, o seu conceito é entendido como algo que envolve um equilíbrio em movimento, cujas trajectórias são previstas pelos actores envolvidos. Ou seja, embora, estes modelos endógenos Neo-Schumpeterianos tenham tentado ultrapassar os limites da teoria de crescimento ortodoxa, eles continuam a assentar sobremaneira nas hipóteses neoclássicas tradicionais (Santangelo, 2001).

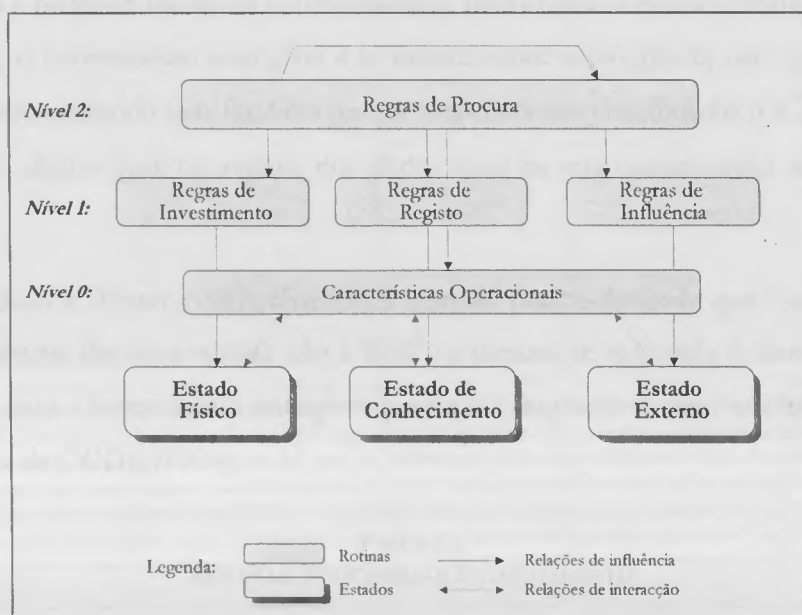
3.1.2. A importância do “estado do conhecimento” no contexto

evolucionista: conhecimento tecnológico vs. competências económicas

Num contexto evolucionista, com os traços e as características enunciados anteriormente, o estado de informação apresentado na Figura 1 pode passar a ser visto como um “estado do conhecimento” que compreende quer competências tecnológicas quer competências económicas (base de competências).

Por outro lado, existe uma categoria de actividades, associadas ao investimento intangível, que não se enquadra no contexto conhecimento/informação descrito atrás, e que diz respeito, fundamentalmente, ao conjunto de actividades que se destina a procurar influenciar a envolvente (clientes, concorrentes, a opinião pública, etc.), tais como as relações públicas ou a publicidade, e que mudam a atitude do ambiente em relação à firma, sendo, assim, apropriado introduzir na referida figura uma variável de estado adicional – o estado externo (OCDE, 1998). Deste modo, a firma passa a ser descrita por três variáveis de estado (o estado físico, o estado de conhecimento e o estado externo) e por um conjunto de rotinas (características operacionais, regras de investimento, regras de registo, regras de influência e regras de procura) que alteram as variáveis de estado nos vários níveis hierárquicos (ver figura seguinte).

FIGURA 2
O ESTADO DA FIRMA (“FIRM STATE”): UMA VISÃO ALARGADA⁵⁸



Fonte: Adaptado de OCDE (1998)

Os diferentes processos e actividades podem ser afectados a diferentes rotinas no nível hierárquico relevante: processos operativos ao nível 0, processos de mudança quantitativa ao nível 1 e, finalmente, processos de mudança qualitativa ao nível 2. As despesas correntes e o investimento tangível e intangível “são encarados como o custo destes processos, podendo ser classificados, de acordo com o estado e o nível” (OCDE, 1998). Enquanto as despesas correntes relativas às características operacionais servem para manter o *status quo*, o investimento, que responde a rotinas de ordem superior, contribui sempre para a mudança, de uma forma ou de outra.

As regras de investimento correspondem ao investimento físico no sentido tradicional do termo, enquanto as regras de registo relacionam-se com um tipo particular de investimento intangível que envolve a aquisição de conhecimento existente ou de informação, representando, ambas, formas de ajustamento quantitativo e, por consequência, conduzindo a mudanças quantitativas. O investimento (tangível ou intangível), em conjugação com os

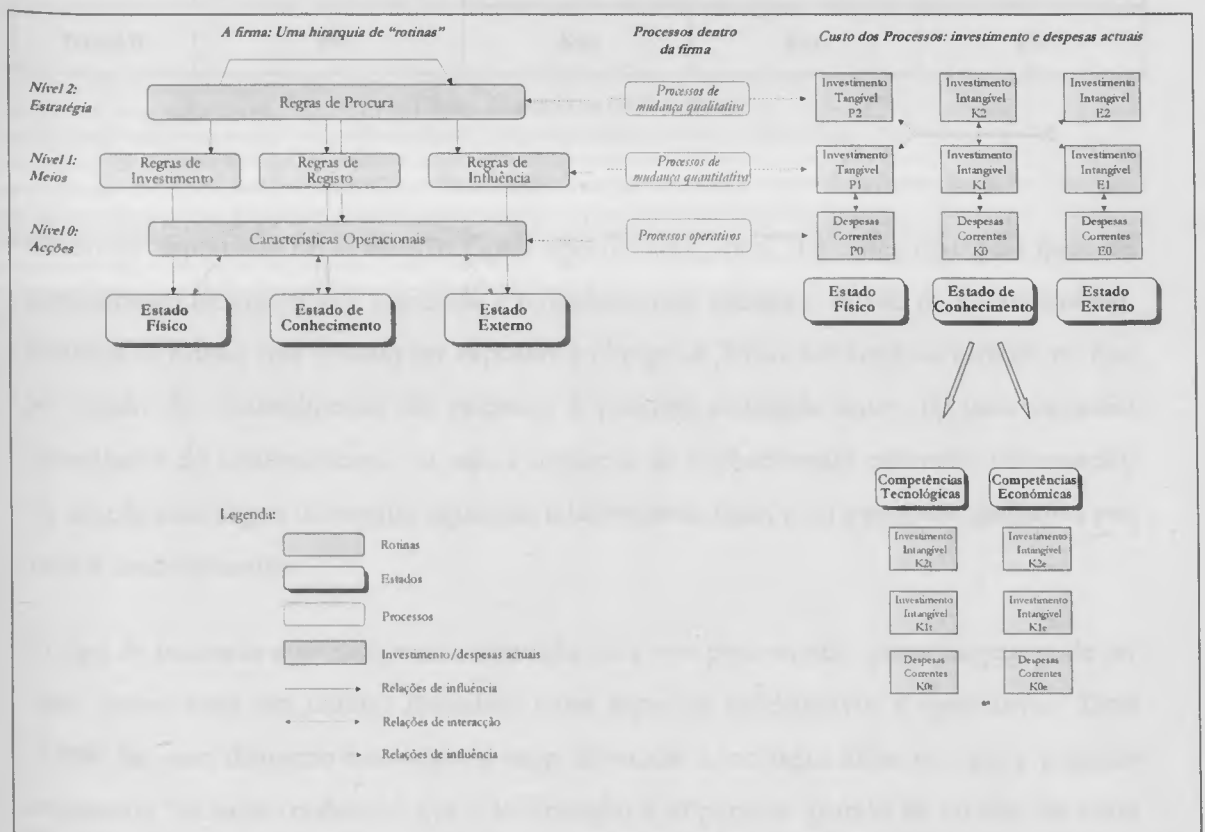
⁵⁸ Relativamente ao estados: (i) o *estado físico* representa o stock de capital físico (máquinas, instalações e equipamentos); (ii) o *estado de conhecimento* representa o conteúdo das gavetas dos ficheiros e das memórias humanas, incluindo o conhecimento tácito; (iii) o *estado externo* representa as atitudes do ambiente (clientes, concorrentes e o público em geral) relativamente à firma.

Relativamente aos tipos de rotinas: (i) as características operacionais representam as regras fixas que dirigem o comportamento de curto prazo; (ii) as regras de investimento determinam o aumento ou diminuição do stock de capital da firma; (iii) as regras de investimento mudam o estado de conhecimento; (iv) as regras de influência mudam o estado externo e (v) as regras de procura modificam todas as regras inferior e elas próprias.

processos de procura, corresponde a uma classe superior de despesas, cujo objectivo é a aquisição ou a melhoria de novos conhecimentos, traduzindo-se numa mudança qualitativa. Por sua vez, o investimento intangível é intrinsecamente heterogéneo, não apenas no que concerne o seu conteúdo mas também no que respeita à sua classificação (OCDE, 1998), o que acarreta efeitos quer no registo dos dados quer na sua incorporação nas contas da empresa⁵⁹.

Embora Nelson e Winter (1982) chamem a atenção para o facto de que “uma separação hierárquica estrita das suas rotinas não é fácil”, o mesmo se aplicando à classificação aqui apresentada para o investimento intangível, parece útil do ponto de vista analítico efectua-la, à semelhança de OCDE (1998):

FIGURA 3
ROTINAS, PROCESSOS E INVESTIMENTO



Fonte: Adaptado de OCDE (1998)

⁵⁹ Segunda a OCDE (1998), o investimento intangível deveria ser registado em "satellite accounts" por forma a ultrapassar esta situação.

QUADRO 3
EXEMPLOS DE CLASSES INDIVIDUAIS DE INVESTIMENTO

	Estado Físico	Estado do Conhecimento		Estado Externo
		Competências Tecnológicas	Competências Económicas	
Nível 2	P2 Nova Fábrica para produzir uma nova linha do produto	K2t Investigação e Desenvolvimento	K2e Mais educação e formação Desenvolvimento Organizacional	E2 Relações Públicas, <i>lobbying</i>
Nível 1	P1 Máquinas e equipamentos	K1t Patentes e Licenças	K1e Formação básica e pesquisa de mercado	E1 Publicidade
Nível 0	P0	K0t	K0e	E0

Fonte: Adaptado de OCDE (1998)

Como se depreende do quadro e figura apresentados, uma das categorias principais de investimento intangível está associada a actividades que alteram o estado do conhecimento. Embora as rotinas não possam ser expostas ao longo de linhas hierárquicas estritas, no que ao estado do conhecimento diz respeito, é possível distinguir entre: (i) uma extensão quantitativa do conhecimento, ou seja, a aquisição de conhecimento existente (informação) de acordo com regras de registo/aquisição relativamente fixas; e (ii) a procura qualitativa por novos conhecimentos.

O tipo de incerteza associado a esta aquisição ou a este processo de aprendizagem pode ser visto como mais um critério distintivo entre aspectos quantitativos e qualitativos. Dosi (1988) faz uma distinção fundamental entre incerteza e incerteza forte, em que a primeira representa “o facto conhecido que a informação é imperfeita quando se escolhe de entre uma lista de acontecimentos” enquanto a segunda se refere a uma situação em que até a lista de acontecimentos é desconhecida. Relativamente à aquisição de conhecimento, a incerteza significa a selecção entre vários itens de conhecimento ou informação disponíveis ou acessíveis (externamente), ao passo que a incerteza forte procura criar um novo conhecimento, o que na prática é o objectivo de actividades verdadeiramente inovadoras (OCDE, 1998).

O conceito de conhecimento, tal como é usado na teoria de inovação, está relacionado, numa primeira instância, com o conhecimento tecnológico ou *know-how*. As competências económicas puras, não tecnológicas, são igualmente de uma importância capital para o sucesso da aplicação do novo conhecimento tecnológico e, por conseguinte, para o sucesso da inovação. Carlsson e Eliasson (1990) definem “competência económica” como a capacidade da firma em criar e explorar as oportunidades de negócio, englobando capacidades (selectivas) estratégicas, capacidades organizacionais (de coordenação e de integração), bem como capacidades funcionais e adaptativas (aprendizagem). O conceito de “competências” é também encontrado em Dosi, Teece e Winter (1991) que entendem o termo com “capacidade de ser bom a fazer bem certas coisas e a capacidade de ser bom a aprender certas coisas”, colocando assim a ênfase nos processos de aprendizagem. Este aspecto da aprendizagem como parte integrante da competência económica, é abordado de forma mais detalhada no retrato do “estado do conhecimento” que se efectua se seguida.

O “estado do conhecimento” pode ser subdividido, como se pode constatar na figura apresentada supra, em conhecimento tecnológico e competências económicas, pelo que, nesta fase se procura caracterizar cada uma destas componentes do conhecimento, através de uma matriz de dupla entrada (ver figura seguinte) em que se opõem quatro cenários possíveis: quantitativo *vs.* qualitativo e conhecimento tecnológico *vs.* competências económicas. O objectivo é o de descrever sistematicamente o conhecimento agrupando áreas similares de conhecimento em quatro *clusters* de conhecimento:

FIGURA 4
SUBDIVISÃO DO “ESTADO DO CONHECIMENTO” EM CLUSTERS DE CONHECIMENTO

	<i>Conhecimento Tecnológico</i>	<i>Competências Económicas</i>
<i>Quantitativo</i>	<p>Cluster K1t</p> <p>Aquisição de conhecimento tecnológico existente</p> <p>Exemplos: cooperação com universidades, patentes, software de aplicações</p>	<p>Cluster K1e</p> <p>Aquisição de competências económicas existentes</p> <p>Exemplos: formação básica e pesquisa de mercado</p>
<i>Qualitativo</i>	<p>Cluster K2t</p> <p>Procura de novo conhecimento tecnológico</p> <p>Exemplos: I&D dentro da firma (particularmente investigação básica)</p>	<p>Cluster K2e</p> <p>Procura de novas competências económicas</p> <p>Exemplos: Mais educação e formação, desenvolvimento organizacional</p>

Fonte: Adaptado de OCDE (1998)

- *Cluster K1t* – descreve os processos que conduzem a extensões quantitativas do conhecimento tecnológico. O termo “extensões quantitativas” refere-se, neste contexto, à aquisição de conhecimento existente de acordo com as regras de aquisição relativamente fixas. Associado a isto, está o carácter do conhecimento como bem quase público, codificado e, portanto, transferível. São exemplos deste *cluster* os resultados universalmente disponíveis da investigação universitária, as patentes, licenças e software de aplicações.
- *Cluster K1e* – agrupa os processos de extensão quantitativa das competências económicas. Estes processos incluem a aprendizagem dos indivíduos (*learning by doing and by using*, bem como a formação básica dentro da firma) e a pesquisa de mercado (aquisição de conhecimento sobre a situação actual do mercado). Este *cluster* e o *cluster K2e* estão intimamente relacionados com a extensão qualitativa e quantitativa do conhecimento (Carlsson e Taymaz, 1991).
- *Cluster K2t* – agrupa os processos da extensão qualitativa do estado do conhecimento tecnológico, ou seja, a criação de novo conhecimento dentro da firma. Este tipo de conhecimento tecnológico está presente na natureza do “conhecimento tácito” - é difícil de compreender e está incorporada nos portadores do conhecimento. A criação de novo conhecimento tecnológico ocorre em trajectória e assenta a sua base no conhecimento existente (Dosi (1988, 1992) e Amendola e Gaffarg (1988) chamam a esta característica “cumulatividade”). Os projectos individuais de I&D dentro da firma são bons exemplos das actividades deste *cluster*.
- *Cluster K2e* – (extensão qualitativa das competências económicas) relaciona-se com a mudança nos componentes do conhecimento que têm a capacidade de aplicar o novo conhecimento (*cluster K1e*). Aqui, segunda a terminologia de Nelson e Winter (1982) estão presentes os processos de procura e os processos de aprendizagem de uma ordem superior. Em termos concretos, inclui investimento em mais educação e formação e em desenvolvimento organizacional.

Um caso especial que não pode ser atribuído a um único *cluster* do estado do conhecimento, diz respeito ao conhecimento que é criado por via da cooperação entre empresas ou que é

gerado por uma rede de empresas, sendo que estas componentes do conhecimento estão igualmente ligadas ao estado externo da firma.

A divisão estrita entre mercado e firma, na qual assenta toda a teoria dos custos de transacção (Coase, 1937; Williamson, 1975) começa a desaparecer. As inovações e as extensões qualitativas do conhecimento tecnológico são agora mais o resultado da cooperação entre várias empresas e menos os resultados dos esforços de uma firma única. (*“They are...created, developed, brought to market and subsequently diffused through complex mechanisms built on inter-organizational relationships and linkages”*, OCDE, 1992, p. 68). Gerado em redes de firmas, este conhecimento sobre a criação e a aplicação de novas tecnologias também eleva o estado do conhecimento da firma individual, fazendo com que a cooperação entre empresas conduza a uma mais rápida difusão do conhecimento criado, com os consequentes benefícios sociais daí decorrentes.

Nota Final

Nos termos acima descritos, a abordagem normal para a explicação da produtividade (crescimento) ao nível da firma que passava habitualmente pela utilização da função de produção, passa a constituir um conceito particularmente restrito (Comissão Europeia, 2001). Para criar valor e ganhar uma vantagem competitiva, uma firma usa um conjunto de activos específicos, entre os quais se encontra a (importante) I&D, mas também, o marketing, as capacidades de organização e de gestão, as capacidades de aprendizagem colectiva e individual, trabalho em rede (ligações a clientes, outsourcing, cooperação com universidades, alianças estratégicas, etc.), direitos de propriedade, etc.

Esta colectânea de características específicas da firma, na sua maioria aspectos intangíveis, é considerada como representativa das capacidades da firma (Comissão Europeia, 2001). Estes aspectos são dinâmicos por natureza, já que são resultado de decisões estratégicas passadas, e representam os recursos disponíveis para criar activos adicionais no futuro, já que a acumulação de activos estratégicos permite à firma alterar as suas restrições em relação à tecnologia e às suas preferências. Obviamente que este processo de acumulação é *“path dependent”* (dependente da trajectória) e dá origem a importantes diferenças entre as firmas⁶⁰.

⁶⁰ Uma vez que as capacidades são difíceis de medir a um nível agregado, pode ser igualmente difícil utilizar esta abordagem para explicar o crescimento económico agregado. Não obstante, o trabalho empírico de Peneder

Por seu a OCDE (2000a), sob o título de “*The changing role of innovation in growth performance*” debate um conjunto de transformações que constituem um bom exemplo dos processos a ter presente na abordagem evolucionista da economia. Entre os factores mencionados estão: a diminuição dos ciclos tecnológicos, as mudanças nos mercados financeiros que facilitam o financiamento de actividades inovadoras (capital de semente), o crescente papel das redes e alianças no desenvolvimento de tecnologias, e a relação de maior proximidade com a ciência.

Assim sendo, as principais conclusões que se podem retirar deste conjunto de perspectivas que podem ser agrupadas sob a denominação de economia evolucionista são, no essencial, as seguintes:

- O crescimento económico é, em primeiro lugar, um processo de transformação, e não de convergência para uma trajectória de crescimento equilibrado⁶¹. A transformação do capitalismo envolve a interacção da esfera económica com outros domínios, tais como a ciência e a tecnologia, e as instituições. Este facto tem três implicações: (i) as diferenças de crescimento económico (quer ao longo do tempo quer entre países) são difíceis de prever *ex ante*, mas frequentemente têm factores explicativos subjacentes *ex post*; (ii) no longo prazo, o crescimento económico não é um processo de convergência geral – podem-se, efectivamente, observar períodos históricos de convergência em momentos em que as instituições e os desenvolvimentos tecnológicos o permitem, mas devem ser esperados períodos de divergência de crescimento económico; (iii) qualquer distinção entre tendências de crescimento e variações cíclicas à volta da tendência é problemática;

(2001) apresenta correlações entre países relativamente aos vários indicadores de capacidade e medidas de performance tais como a produtividade, valores unitários e salários.

⁶¹ Para a análise evolucionista, as mudanças na tendência da taxa de crescimento económico ao longo do tempo, ou as diferenças no desempenho de crescimento dos países são de tal modo vastas que a noção de “steady state” deixa de fazer sentido. O crescimento económico assemelha-se a um processo de transformação constante em detrimento do ajustamento para uma trajectória alvo fixa no longo prazo. Para Verspagen (2000) o período de 1990-98 representa um bom exemplo desta afirmação, já que, por um lado, apresentou grandes diferenças nas tendências de crescimento entre países e, para alguns países, apresentou sinais de uma possível descolagem das taxas de crescimento económico, comparadas com as décadas anteriores de crescimento lento. A re-estimação do modelo evolucionista de crescimento económico de Fagerberg (1987) por Verspagen (2000), conduziu a duas formas principais de transformação no domínio tecnológico-económico: (i) a convergência (ou *catching up*) baseado na tecnologia estrangeira está a tornar-se um processo cada vez mais activo, em que a I&D parece desempenhar um papel fundamental na estratégia de *catching up* – a I&D já não é uma actividade inequivocamente associada com a mudança da fronteira tecnológica do mundo; (ii) as diferenças entre países em termos de competências tecnológicas puras (como as patentes, e assim sem incluir o *catching up*) tornam-se cada vez mais importantes para explicar os diferenciais das taxas de crescimento. Por outras palavras, a assimilação de tecnologia estrangeira requer cada vez mais esforços, o que aumenta o perigo para aqueles países que se atrasam relativamente à fronteira tecnológica mundial, com as diferenças tecnológicas entre os países a traduzirem-se em diferenciais de crescimento. Ambas estas tendências aumentam a probabilidade de divergência na economia mundial.

- A tecnologia é um factor chave na modelação do crescimento económico e nas variações das taxas de crescimento, sendo este, *per se*, um factor que, obviamente, a economia evolucionista tem em comum com a nova teoria do crescimento. O que é particular dos evolucionistas é o modo como a mudança tecnológica se conjuga com a variabilidade das tendências das taxas de crescimento. Neste âmbito dois aspectos parecem relevantes: (i) a distinção entre inovação radical e inovação incremental – as inovações radicais (básicas) abrem novas possibilidades para mudanças no longo prazo na tendência da taxa de crescimento e, quando ocorrem, desfazem a estrutura económica existente e as dependências na economia, o que leva a alterações na taxa de crescimento que são (como se viu) difíceis de prever de forma detalhada *ex ante*; as inovações incrementais estavam associadas à difusão de inovações radicais por toda a economia, e dependem de modo crucial do contexto histórico e institucional específico; (ii) a distinção (estilizada) entre inovação e imitação – a tecnologia pode não ser totalmente apropriada pela empresa que desenvolve a inovação. Com o decorrer do tempo o conhecimento tecnológico derrama (“*spills over*”) para outras empresas e nações, e a imitação tende a erodir as diferenças nas competências tecnológicas e assim a conduzir à convergência. Quando a difusão da inovação ocorre, e depende dos factores institucionais “imprecisos” mencionados, a combinação exacta entre inovação e difusão pode conduzir a trajectórias de crescimento turbulentas (Silverberg and Verspagen (1995) apresentam um modelo quantitativo que ilustra este ponto);
- A terceira conclusão deriva da noção de inovação radical e incremental. A inovação radical irá, frequentemente, na abertura de novas possibilidades para as actividades económicas, criar novas indústrias, ou revitalizar drasticamente as indústrias existentes. A inovação incremental é então uma das forças motoras do crescimento nestas indústrias, ou, por outras palavras, o processo de crescimento económico é um processo que se caracteriza por mudanças estruturais. Explicar o crescimento das novas indústrias e o declínio das velhas indústrias é um aspecto importante da teoria evolucionista do crescimento económico (Los, 1999)⁶².
- A conclusão final deriva da noção de escolha económica. Na economia evolucionista, a concorrência é vista como um processo que é importante em

⁶² Muitas vezes as categorias estatísticas utilizadas para descrever indústrias não são muito adequadas para medir o impacto das novas tecnologias. Deste modo, era de esperar que a extensão da mudança estrutural que acontece na economia fosse maior do que transparece nas estatísticas (Los, 1999).

termos da sua dinâmica e não da sua tendência de longo prazo. É a dinâmica da escolha que modela o crescimento económico, o que leva a dois pontos: em primeiro lugar, como foi salientado anteriormente, a perspectiva da dinâmica populacional⁶³ no caso do crescimento económico de uma amostra de países é naturalmente adoptável; em segundo lugar, o ajustamento das quotas de mercado nos mercados mundiais é um aspecto muito importante da explicação evolucionista do crescimento económico.

Em suma e, de acordo com a Comissão Europeia (2001), a abordagem evolucionista chama à atenção para três aspectos que não foram abordados pelos modelos neoclássico e de crescimento endógeno analisados no primeiro capítulo. Em primeiro lugar, os avanços tecnológicos devem ser conceptualizados como um processo de desequilíbrio que envolve, uma elevada incerteza *ex ante*, dependência de trajetória e de processos de ajustamento de longa duração. Em segundo lugar, a teoria do crescimento deveria basear-se numa teoria mais realística da firma que coloque a ênfase nas capacidades (estratégicas) da firma, em sentido alargado, em vez de apenas contemplar o investimento em capital humano e em I&D. Em terceiro lugar, deve ser tido em consideração o enquadramento institucional que, presumivelmente, contribui de forma substancial para a explicação das diferenças de crescimento económico entre países.

Por último destaque-se o papel que a abordagem evolucionista sugere que as inovações radicais tenham em termos de crescimento económico e, principalmente, no que respeita a

⁶³ Ao nível macroeconómico, a perspectiva da dinâmica populacional sugerida pela economia evolucionista relaciona-se naturalmente com o debate sobre convergência e divergência – “a difusão conduz à convergência e a inovação conduz à divergência” (Verspagen, 2000). Fagerberg (1988), com base em Pavitt e Soete (1982), faz a distinção entre o desenvolvimento de um novo conhecimento (dentro de um país) e a difusão de conhecimento (entre países). Fagerberg estima uma regressão do PIB per capita sobre dois indicadores tecnológicos: patentes externas /dólar de exportação e despesas totais em I&D como percentagem do PIB. A sua hipótese era a de que esta relação fosse loglinear, em vez de linear, uma vez que os países mais próximos da fronteira tecnológica dependem mais do desenvolvimento de um novo conhecimento do que da difusão do conhecimento. Deste modo, espera-se que os países com valores de PIB per capita mais elevados tenham valores de patentes por dólar de exportação superiores, enquanto esta relação pode ser menos acentuada para a I&D.

Por outro lado, Fagerberg (1988) demonstra que para um determinado nível de intensidade em I&D, é mais fácil obter um nível (relativo) do PIB per capita nos períodos mais recentes do que era anteriormente (o que também se verifica, em menor extensão, para as patentes), o que constitui uma boa ilustração da natureza do crescimento económico enquanto processo de transformação, característica identificada com a economia evolucionista (Verspagen, 2000). Num primeiro período a I&D e as patentes poderiam ser vistas como uma espécie de indicadores do mesmo processo de acumulação de tecnologia, mas, com o processo de *catching up* tecnológico por parte dos países mais atrasados, a I&D torna-se um processo que, em alguns países, está cada vez mais orientado para a imitação de tecnologia estrangeira. É por isto que as elevadas intensidades em I&D também começam a surgir em níveis baixos de desenvolvimento. As patentes, por seu turno, permanecem como um indicador de inovação em vez de assimilação do conhecimento difundido. Isto também demonstra, na opinião de Verspagen (2000), que o “processo de *catching up* por via de assimilação da tecnologia torna-se um processo activo, pelo menos em termos de I&D, enquanto a última fronteira tecnológica continua a ser um assunto de um número restrito de países desenvolvidos”.

alterações na tendência de crescimento. Por exemplo, Verspagen (2000) encara um cenário em que o mundo desenvolvido é dividido em vários “clubes de convergência” (Baumol, 1986; Durlauf e Johnson, 1992), em que o clube líder é formado pelos países que aplicam mais rapidamente a inovação radical. Atrás deste, podem existir vários outros clubes que têm que assentar, quer numa lenta assimilação (por comparação com o primeiro clube) dos *spillovers* de conhecimento do exterior, quer em estratégias de baixos custos baseadas mais em baixos salários do que em competências tecnológicas⁶⁴.

Neste sentido, identifica-se como hipótese comum a muitas perspectivas evolucionistas, sobre a relação entre a tecnologia e o crescimento (ver por exemplo, Freeman e Soete, 1990), que a inovação radical conduz à mudança estrutural e ao crescimento económico. E, se a análise for reportada à economia actual, constata-se que as chamadas tecnologias de informação e comunicação (TIC) são um exemplo potencial de uma inovação daquele tipo.

Com efeito, embora a tecnologia (sob a forma de computadores) fosse pioneira na Segunda Guerra Mundial (Verspagen, 2000), o seu enorme potencial apenas se tornou completamente perceptível com dois acontecimentos na década de 80: (i) a miniaturização, que foi resultado de um número de importantes inovações na indústria de semicondutores (nomeadamente, o transístor, o circuito integrado e o micro-chip), levou a computadores mais pequenos e mais baratos que podiam ser comprados por número de utilizadores cada vez mais alargado; (ii) ligação dos computadores em redes, e ligação destas redes pelas tecnologias de telecomunicação (telefones) existentes (Verspagen, 2000)⁶⁵. De facto, é actualmente reconhecido, de uma forma geral, que as TIC constituem uma inovação radical que despoleta um importante potencial de crescimento para a economia mundial (OCDE, 2000), à semelhança de outras grandes inovações no passado (veja-se, por exemplo, Freeman e Soete, 1997, para um retrato histórico de outras inovações básicas e o do seu impacto no crescimento económico)⁶⁶.

⁶⁴ Uma interpretação possível dos padrões de crescimento regionais recentes na Europa é a de que estamos perante um processo semelhante desde o início da década de 80 (Fagerberg e Verspagen, 1996; Fagerberg, Verspagen e Caniels, 1997). Mas, uma vez mais, como destaca Verspagen (2000), num mundo evolucionista, o futuro é incerto.

⁶⁵ Ver Cohen e Levinthal (1989) para uma exposição teórica de uma argumentação semelhante ao nível da firma, bem como Fagerberg (1988) ou Fagerberg (1994) para argumentos relacionados com a assimilação de *spillovers* ao nível do país.

⁶⁶ Não obstante, nos anos 80 e 90, a corrente principal (mainstream) da economia estava ocupada, segundo Verspagen (2000), com o “Paradoxo de Solow”, que enuncia “we see computers everywhere except in the statistics on productivity growth” (Solow, 1987). Por outras palavras Solow, no ponto de vista de Verspagen (2000), estava a destacar a mudança estrutural sem o respectivo efeito associado no crescimento. As contribuições para a literatura, mais de índole evolucionista (nomeadamente, Freeman e Soete, 1990, e David,

3.2. PROGRESSO TÉCNICO MODERNO: AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO ENQUANTO ELEMENTO CONDUTOR DE UMA ECONOMIA GLOBAL DE PROCURA E POTENCIADOR DE UMA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO

A ciência económica retrata tradicionalmente as actividades económicas em termos do processo pelo qual os inputs físicos são transformados em outputs físicos, utilizando como enquadramento teórico o conceito de função de produção. No entanto, como se constatou, uma visão mais aprofundada sobre a natureza das actividades económicas e o advento das novas tecnologias vieram alterar este cenário: os inputs intangíveis (como a I&D e o capital humano, entre outros) aumentaram a sua importância relativamente aos inputs físicos, fazendo alterar o modo como era encarada a função de produção.

De facto, o que no essencial ressalta da análise dos pontos anteriores é o reconhecimento de que a mudança técnica é um processo dinâmico que envolve muitos factores económicos e sociais e um leque alargado de indivíduos, firmas e instituições. A capacidade que uma economia tem de retirar vantagens competitivas da mudança técnica e da inovação está, em última instância, dependente da eficiência dinâmica com que as firmas e as instituições podem difundir, adaptar e aplicar informação e conhecimento.

O conceito de progresso tecnológico, por intermédio de actividades inovadoras e a criação de conhecimento, como o motor principal do crescimento económico, não é novo em economia, com a sua importância a ser realçada no centro do pensamento económico desde os finais do século XVIII. Basta apenas considerar o papel dominante conferido ao progresso técnico pelos economistas clássicos tais como Karl Marx ou, já neste século, Joseph Schumpeter, para perceber que os economistas sempre tiveram consciência da importância crucial da inovação e da acumulação de conhecimento para o crescimento de longo prazo⁶⁷. Contudo três características parecem constituir a base da importância que

1990), apresentaram um menor grau de surpresa pela ausência de uma relação directa, apontando para um desfazamento temporal entre os dois eventos.

⁶⁷ Recentemente, os contributos de Schumpeter foram retomados e formalizados por vários economistas ligados aos modelos de crescimento endógeno. São exemplos destes trabalhos: Segerstron, Anant e Dinopoulos (1990), Romer (1990), Grossman e Helpman (1991), Aghion e Howitt (1992) e Caballero e Jaffé (1993). Aghion e Howitt (1998) fornecem uma excelente visão de conjunto destas modernas abordagens Schumpeterianas.

actualmente (e de forma renovada) é dada ao conhecimento enquanto pilar do crescimento económico e do bem-estar⁶⁸.

Em *primeiro lugar*, os economistas começaram a reconhecer o facto de que a acumulação de conhecimento pode ser analisada de forma semelhante à acumulação de qualquer outro bem, sendo possível aplicar os princípios económicos da produção e da troca ao conhecimento, já que este é intrinsecamente endógeno aos sistemas social e económico e não um factor “caixa preta” que só pode ser aberto por cientista e engenheiros (Soete e Ter Weel, 2001b). Assim, embora o conhecimento possua algumas características próprias, pode ser produzido e utilizado na produção de outros bens, ou até mesmo na sua própria produção, como qualquer outro bem de capital; pode igualmente ser armazenado, e por conseguinte sujeitar-se a alguma depreciação, quando as competências se deterioram e as pessoas deixam de usar um determinado conhecimento e esquecem-se; e pode tornar-se obsoleto quando o novo conhecimento suplanta e retira valor ao anterior.

Contudo existem algumas diferenças fundamentais relativamente aos bens de capital materiais. Em primeiro lugar e acima de tudo, a produção de conhecimento não assume a forma física de uma peça de equipamento mas é geralmente incorporada nalguma forma de projecto específico (uma patente, um artefacto, um design, um programa de software, um manuscrito, uma composição) ou em seres humanos ou, até mesmo, em organizações. Em cada um destes casos verificar-se-ão externalidades: o conhecimento incorporado em algum projecto, pessoa ou organização não pode ser totalmente apropriado, e acaba por passar para outros, com pequenos custos para o criador do conhecimento (Quah, 2002a). O conhecimento é, desta perspectiva, um bem não rival, já que pode ser partilhado por muitas pessoas sem diminuir, de alguma forma, o montante disponível para cada pessoa. Obviamente existem custos associados à aquisição do conhecimento. Por exemplo, um tema central da teoria económica refere-se à informação assimétrica, segundo a qual uma pessoa que queira comprar algo a outra pessoa que perceba mais do assunto, sofre, obviamente, de assimetria na informação (Quah, 2002a).

Isto explica porque é que são raros os mercados para a troca de conhecimento e porque é que a maior parte das firmas prefere levar a cabo I&D internamente em vez de contratar ou licenciar externamente, fornecendo igualmente um racional para a focalização das políticas no investimento na acumulação de conhecimento. É provável que estes investimentos

⁶⁸ Ver Soete e Ter Weel (1999) para uma análise da “nova” economia da inovação e da criação do conhecimento.

tenham taxas de retorno sociais elevadas, frequentemente mais altas que as taxas de retorno privadas – “o investimento em conhecimento não pode ser deixado para o mercado” (Soete e Ter Weel, 2001a).

Em *segundo lugar*, o crescente consenso económico e político sobre a importância do conhecimento para a competitividade industrial estão intimamente relacionados com a emergência de um conjunto de tecnologias de informação e comunicação (TIC), que resultou (i) num declínio acentuado do preço do processamento de informação, (ii) numa convergência digital, conduzida pela tecnologia, entre as tecnologias de comunicação e dos computadores, e (iii) num rápido crescimento do trabalho em redes electrónicas ao nível internacional.

As tecnologias de informação e comunicação são no verdadeiro sentido da palavra uma tecnologia de informação, cuja essência consiste numa maior capacidade de memorização, armazenamento, velocidade de transmissão, manipulação e interpretação de dados e de informação (Smith, 2001). Em poucas palavras, as TIC são sinónimos de codificação da informação e do conhecimento.

Por conseguinte, a tecnologia de informação torna o conhecimento codificado, os dados e a informação muito mais acessíveis do que anteriormente a todos os sectores e agentes de uma economia ligada a redes de informação ou com o conhecimento de como aceder a essas redes. Isto, obviamente, não diminui em nada a importância do conhecimento tácito, já que quanto mais conhecimento se tornar codificado, o remanescente não codificado torna-se ainda mais crucial (Soete e Ter Weel, 2001b).

A capacidade de codificar o conhecimento relevante de formas criativas adquire assim um valor estratégico e irá afectar a competitividade a todos os níveis. O acesso a redes, enquanto competência indispensável para escolher a informação relevante e para utilizá-la para fins económicos, assumiu uma importância crítica para a performance das empresas e para a distribuição dos rendimentos e, deste modo, as competências específicas referentes ao uso de informação tornaram-se de uma importância estratégica. Por contraste, as “competências mais rotineiras poderão tornar-se totalmente codificáveis e ver reduzido o seu valor”⁶⁹ (Smith, 2001).

⁶⁹ Por oposição, tarefas humanas relativamente simples (como por exemplo, a jardinagem) poderão nunca ser codificáveis.

Muito embora, a ideia de que as TIC são uma espécie de mudança técnica influenciada pelas competências (“*skill-biased technical change*” – Soete e Ter Weel, 2001b) não consiga captar, na íntegra, a complexidade dos processos de requalificação e readaptação que lhes estão implícitos, aponta, na prática para a importância do impacto distribucional das TIC.

Como consequência do aumento de potencial em termos de codificação e transferibilidade internacional de dados, informação e conhecimento, as TIC podem ser consideradas como a primeira tecnologia verdadeiramente global. Com efeito, a possibilidade que aquelas tecnologias oferecem relativamente à codificação de informação e conhecimento, sobrepondo-se à distância e ao tempo, origina e desencadeia um maior acesso global. O próprio conhecimento, incluindo o conhecimento económico, torna-se até certo ponto disponível em termos globais.

Embora as capacidades locais de usar e/ou a competência de aceder a um conhecimento deste tipo variem muito, o potencial de acesso está sempre presente. Por outras palavras, as TIC vêm realçar o enorme potencial de um processo de *catching-up*, baseado em vantagens de custos e na transparência económica de (des)vantagens, destacando simultaneamente o conhecimento tácito e outros aspectos cruciais de competência enquanto elementos indispensáveis para a constituição efectiva de uma capacidade de acesso a um conhecimento codificado internacional (Soete e Ter Weel, 2001a). Para os países ou empresas líderes em termos tecnológicos, isto implica, por um lado, uma crescente erosão das rendas de monopólio associadas à inovação e, por outro lado, uma redução do ciclo de vida dos produtos.

Para além disso, o actual fenómeno de globalização não representa apenas uma extensão das oportunidades de um nível nacional para um nível mundial, gerando igualmente novas restrições. As aplicações de tecnologias relacionadas com a informação, a um nível nacional, necessitam de ser completamente compatíveis com as tendências internacionais de forma a evitar o risco ruptura de alguns fluxos económicos vitais. Os progressos na capacidade que as empresas têm de customizar a produção irão, paradoxalmente, multiplicar o número de mini mercados dentro do mercado global e, por conseguinte, serão necessárias novas competências de marketing e novos tipos de interacções com os clientes (Smith, 2001; Quah, 2002a).

Neste contexto, a segurança das novas redes mundiais adquire uma importância estratégica. Para além da necessidade de um novo enquadramento legal, a operacionalização de fluxos

de informação internacionais em tempo real terá que assentar em relações de confiança entre os parceiros, as quais irão afectar directamente a atribuição e a distribuição de tarefas dentro das empresas e entre as empresas, o que pode reduzir a capacidade de cada actor económico em inovar, a título individual, em determinadas áreas chave.

Em *terceiro lugar*, chama-se à atenção para o facto de que a percepção da natureza dos processos de inovação se alterou de modo significativo na última década. Em termos gerais, a capacidade de inovar é cada vez menos vista em termos da sua capacidade de descobrir novos princípios tecnológicos, e cada vez mais encarada como “a capacidade de explorar, de forma sistemática, os efeitos produzidos pelas novas combinações e utilização de partes do stock de conhecimento existente” (Soete e Ter Weel, 2001a). Este novo modelo implica, até certo ponto, uma maior utilização rotineira de uma base tecnológica que permita a inovação sem a necessidade de ocorrência de saltos em termos tecnológicos e, por outro lado, requer o acesso sistemático ao “*state-of-the-art*”: cada indústria deve introduzir procedimentos que permitam e facilitem a disseminação da informação relativa ao stock de tecnologias disponíveis, para que os inovadores individuais possam aproveitar o trabalho de outros inovadores. Este modo de geração de conhecimento – baseado na recombinação e na reutilização de práticas conhecidas – origina maiores problemas de procura de informação e tem que confrontar-se com os impedimentos de acesso ao stock existente de informação criados pelos direitos de propriedade intelectual⁷⁰.

O sistema de ciência e tecnologia está, por outras palavras, a assumir-se, cada vez, mais como uma estrutura complexa, e distribuída socialmente, de actividades produtoras de conhecimento, que engloba, em particular, uma grande diversidade de organizações com o objectivo explícito de produzir conhecimento (entidades de aprendizagem⁷¹). Por contraste, o sistema anterior baseava-se numa simples dicotomia entre geração deliberada de aprendizagem e conhecimento (Laboratórios de I&D e Universidades) e actividades de produção e consumo onde a motivação da acção não era a aquisição de um novo conhecimento mas sim a necessidade de produzir ou utilizar outputs efectivos. O colapso (total ou parcial) desta dicotomia conduz à proliferação de novos locais cujo objectivo explícito é a produção de conhecimento e o empreender de actividades de investigação.

⁷⁰ Estes problemas na opinião de Soete e Ter Weel (2001b) relacionam-se sobretudo com o aumento de custos induzidos pelas funções de obtenção, armazenamento, avaliação e utilização do conhecimento.

⁷¹ O termo “*learning entities*” (entidades de aprendizagem) é utilizado por Soete e Ter Weel (2001a, p. 8).

No essencial, a percepção destas três alterações coloca aos decisores políticos um desafio considerável, que deve fazer regressar a importância da tónica do investimento na acumulação do conhecimento, quer seja através da educação, investigação, transferência e difusão de conhecimento ou, simplesmente, do investimento na aprendizagem, enquanto, prioridade política, por um lado, e, por conseguinte, enquanto elemento fundamental do crescimento económico de um determinado país, por outro⁷². O que se procurará demonstrar nos pontos seguintes é que, num contexto social e económico em que a informação (mais concretamente o seu acesso e tratamento) e, em última instância, o conhecimento, constituem as condições *sine qua non* de um processo de crescimento económico mais ou menos sustentado no médio e longo prazo, as tecnologias de informação e comunicação surgem como o elemento condutor de uma economia conduzida por uma dinâmica de procura, já que funcionam, à luz de um novo paradigma tecnológico, como uma espécie de progresso técnico moderno capaz de catalizar o crescimento económico no contexto globalizante actual.

3.2.1. As Tecnologias de Informação e Comunicação e o Crescimento

Económico: crescimento da produtividade vs. mudança estrutural

A compreensão da economia das tecnologias de informação e comunicação (TIC) requer um entendimento do modo como uma nova tecnologia gera impactos económicos. No caso concreto das TIC existem dois argumentos tipo que se desenvolvem com maior detalhe nos subpontos seguintes.

Em *primeiro lugar*, surge o argumento do “crescimento da produtividade”, segundo o qual as TIC são encaradas como um novo tipo de bem de capital, pelo que um aumento do investimento em TIC por parte das empresas deveria aumentar a produtividade do trabalho e também, no caso das TIC incorporarem uma mudança técnica real, a produtividade total dos factores. No entanto, durante os últimos 30 anos, este fenómeno não se verificou, dando origem a uma alargada e duradoura literatura sobre o denominado “paradoxo da

⁷² Como se procurará mostrar, à semelhança de Soete e Ter Weel (2001a), o ramo da economia conhecido como “economia Schumpeteriana”, quer referente aos novos tipos formais de crescimento, quer referente aos tipos teóricos agregativos, pode ser muito útil na definição da orientação, relevância e natureza das políticas de inovação e tecnologia. Por política de inovação e tecnologia utiliza-se a definição base de Mowery (1992): “policies that are intended to influence the decisions of firms, public agencies and enterprises, to develop, commercialize or adopt new technologies”.

produtividade”, com a aceleração do investimento em TIC, que começou nos anos 70, a aparecer associada a indicadores de produtividade decrescentes ou estagnantes⁷³.

Não obstante, nos últimos anos, as abordagens utilizadas para explorar o paradoxo da produtividade têm sido utilizadas em muitas situações para argumentar que, em vez de não terem qualquer tipo de efeito no crescimento, as TIC têm, de facto, conduzido o crescimento norte-americano⁷⁴ nos últimos cinco anos. Esta nova literatura é, praticamente toda ela, de carácter econométrico, baseando-se apenas numa forma de avaliação, nomeadamente através da computação de indicadores de produtividade total dos factores (PTF), e aparecendo acompanhada, frequentemente, por uma tentativa de explicar porquê é que os inputs de TIC estão associados com o aumento ou diminuição das taxas de crescimento da PTF.

Em segundo lugar, surge o argumento da “mudança estrutural”, que defende que o crescimento económico é conduzido pela emergência de novos sectores que incorporam novas tecnologias, os quais afectam o crescimento de duas formas: (i) por um lado, os novos sectores exibem taxas de crescimento mais elevadas de produto, emprego e produtividade, pelo que, de certa forma “conduzem” o crescimento global da economia; (ii) por outro lado, os novos sectores alteram as condições dos restantes sectores da economia, quer pelo fornecimento de uma nova gama de inputs que fazem aumentar a produtividade, quer pela geração de novos métodos de produção que podem ser imitados, quer por ambos.

Existem autores, entre os quais se destaca Freeman e Perez (1988), que defendem que as TIC são, precisamente, um sector e uma tecnologia deste tipo, pelo que os seus efeitos quantitativos são vastos e os seus efeitos qualitativos estão a criar um novo tipo de economia⁷⁵. Também a OCDE (2000b, p.17), na sua discussão sobre a “nova economia”⁷⁶ sugere que *“the term “new economy” has been used extensively in recent years to describe the workings of the US economy and in particular the part of its economy that is linked to ICT”* relacionando as TIC

⁷³ Recorde-se que o famoso comentário de Solow sobre o facto dos “computadores estarem em todo o lado menos nas estatísticas” foi feito em meados da década de 80, mais concretamente em 1987, com o “paradoxo da produtividade” a assumir-se como uma área de investigação na década de 90 (para este assunto veja-se, por exemplo, a extensa literatura presente em OCDE (1991)).

⁷⁴ “Norte americano”, porque a esmagadora maioria dos estudos têm como objecto justamente a economia dos EUA.

⁷⁵ Com efeito, Freeman e Perez (1988) argumentam que as TIC conduzem, quer a uma mudança estrutural para um novo “paradigma tecno-económico”, quer a uma nova trajectória de crescimento, quer ainda a uma estrutura organizacional totalmente diferente.

⁷⁶ Esta expressão será convenientemente abordada no ponto seguinte, em que se procura distinguir e aproximar todas as diferentes noções que têm surgido na literatura económica para designar este fenómeno (tais como “E-economy”, “Digital Economy”, “Internet Economy”, “New Economy”, etc.).

com os seus efeitos inter-industriais: *“due to more efficient business practices linked to ICT use, the new economy may experience a pick-up in trend growth, due to higher multifactor productivity growth”*.

3.2.1.1. O argumento do “crescimento da produtividade”

Durante os últimos 20-25 anos, foi desenvolvida, de forma substancial, uma extensa literatura que procura enquadrar as tecnologias de informação e comunicação no contexto da análise do crescimento. Acontece que, na maior parte daquele período, os resultados dessa literatura têm, de algum modo, provocado algum desapontamento para os proponentes de uma revolução das TIC, já que os investimentos em TIC têm aparecido associados a um decréscimo da produtividade e parecem ter causado pouco impacto nos processos de crescimento ou no emprego. Não obstante, nos últimos dois anos, tem-se verificado uma mudança drástica desta posição, com um variado número de análises a reconhecerem, finalmente, o impacto as TIC no crescimento económico. No entanto, este impacto está largamente confinado a uma única economia: *“the claim is that US growth in the late 1990s (that is around 1995) has been driven by ICT investment”* (Smith, 2001), sendo de notar contudo que afirmação não é, de todo, aceite de uma maneira geral.

Quer o enquadramento conceptual, quer o enquadramento técnico desta linha de trabalhos reside no modelo de crescimento de Solow (1956) abordado no primeiro capítulo. Com efeito, durante a década de 50 vários economistas, entre os quais se destacava obviamente Solow, tentaram isolar os contributos relativos do investimento em capital e da mudança técnica para o crescimento da produtividade (produto por trabalhador) nos EUA. Recorde-se que Solow (1957), num artigo conceituado, demonstrou que o crescimento de longo prazo da economia norte americana não podia ser imputado ao crescimento dos inputs (trabalho ou capital), mas que era primeiramente influenciado por um factor residual, a que Solow denominou de “progresso técnico”⁷⁷.

Este resultado surpreendente conduziu a um debate alargado sobre as formas de medição dos factores que contribuem para o crescimento económico, bem como a tentativas de explorar os impactos de mudanças (não mensuráveis até então) de qualidade nos inputs, como é o caso das competências da força de trabalho. Este processo levou, por seu turno, a um “programa de investigação transnacional de contabilização do crescimento” (Smith, 2001), num esforço de quantificação de factores como as crescentes competências do

⁷⁷ Para além de Solow (1957), veja-se igualmente Abramovitz (1971).

trabalho, os melhores bens de capital, ou o papel da mudança técnica na modelação dos padrões de crescimento de longo prazo. Um dos principais resultados deste longo programa de investigação residiu no facto do progresso técnico, embora não fosse encarado em termos tão vinculados como no modelo original de Solow, passar a ser consistentemente reconhecido como uma das forças básicas que sustentam o crescimento económico.

A abordagem neoclássica básica consiste, como se observou no primeiro capítulo desta dissertação, num equação de crescimento que relaciona o produto com o nível de tecnologia (um parâmetro de mudança tecnológica) e com os inputs de capital e trabalho, tornando possível aferir a extensão do crescimento do produto que é independente dos factores de input, ou seja, quantificar o residual progresso técnico. Muito do trabalho econométrico consta de tentativas de quantificar o impacto de investimentos ou inputs específicos, tais como qualificações educacionais ou investimentos em TIC, quer na produtividade (produto por trabalhador), quer na produtividade total dos factores (isto é, o impacto no resíduo).

As TIC têm desempenhado um papel importante nos esforços de investigação levados a cabo em anos recentes. Em certo sentido, muitos economistas dentro da perspectiva de “crescimento da produtividade” assumiram a noção de que as TIC correspondem à mudança tecnológica central da época actual e procuraram quantificar os seus impactos, procurando inclusive distinguir entre impactos directos (referentes ao crescimento dos sectores das TIC, em termos de emprego e de produto) e indirectos (efeitos sobre as outras indústrias do uso de bens de capital e intermédios do sector das TIC). O modo de aquilatar a contribuição das TIC para os sectores utilizadores passa, em primeiro lugar por assumir que, se ocorre um impacto indirecto, então deverá observar-se (i) um maior crescimento da produtividade por parte das firmas que investem intensivamente em TIC, (ii) um maior crescimento da produtividade nos sectores que são grandes utilizadores de TIC e (iii) taxas médias de retorno do investimento em TIC superiores às taxas de retorno do investimento na economia em geral.

Assim sendo, verifica-se um grande esforço na economia aplicada de tratar alguns destes aspectos, destacando-se, com base em Smith (2001), dois corpos significativos de trabalho nestas áreas. Em primeiro lugar, o considerável programa de trabalho preconizado pelo *Brookings Institute*⁷⁸, em Washington, que procura quantificar os impactos de dimensão e de produtividade do stock de capital das TIC, em termos de hardware e de software. A

⁷⁸ Numa primeira fase por Daniel Sichel e, posteriormente, por muitos outros como S. Oliner, através da publicação de variados artigos e livros.

validade desta análise depende em parte da robustez destas estimativas e em parte do modo como os impactos são quantificados, destacando-se, entre outros, autores como Oliner e Sichel (1994) e Sichel (1997).

O segundo corpo da literatura, onde se destacam, por exemplo, os trabalhos de Baily, Gordon, Jorgensen e Stiroh é unido pelo método, utilizando uma abordagem que passa pela análise do crescimento residual dentro da função de produção⁷⁹. Este método procura medir os inputs de trabalho e capital ajustados pela qualidade, ponderando-os de acordo com os seus contributos para o produto para, finalmente, estimar o crescimento do produto não derivado do crescimento dos factores. Este último diz respeito ao crescimento da produtividade total dos factores, com as grandes questões a passarem pela sua correlação com o uso das TIC⁸⁰.

Não obstante, este esforço global de identificação dos benefícios das TIC tem enfrentado um problema muito importante e que se prende, fundamentalmente, com o facto de a revolução das TIC ter começado a dar os primeiros passos já na década de 60 (Smith, 2001). Num certo sentido, as TIC não são uma nova tecnologia, sendo ao invés uma tecnologia sobre a qual já se registaram montantes significativos de investimento durante longos períodos, como é possível constatar nas palavras de Griliches (1995, p.317): *"...average TPF (total factor productivity) dropped about 1.7% per year in 1947-73 to less than 0.5% for the period 1973-89. At the same time, Office Computing and Accounting Machinery (OCAM) as percent of all Producers' Durable Equipment (PDE) investment rose from about 0.5% in the 1960s to 12% in 1992, while investment in "information" equipment rose from 2% to close to 35% of the total. If the promise was that there would be an excess return to this investment, it was not delivered. Or else it was too small a fraction of the total to be noticed"*.

O quadro seguinte procura sumariar os esforços de investigação que têm sido desenvolvidos para compreender estes problemas, sendo possível notar que os mesmos partilham, não só a metodologia, mas também o enfoque na economia dos EUA.

⁷⁹ Esta literatura teve o seu início na década de 80 (Smith, 2001) e continua a ser realizada por variados autores. Veja-se um primeiro exemplo em Baily e Gordon (1988), e contributos recentes importantes em Jorgensen e Stiroh (1999).

⁸⁰ É de notar que este corpo da literatura incorpora aspectos de medição e questões de técnica econométrica baseados em fortes hipóteses (Smith, 2001).



QUADRO 4
IMPACTOS ECONÓMICOS DAS TIC: UM PLANO DOS RESULTADOS DE INVESTIGAÇÃO

Autores	Unidade de Análise - País	Conceitos e Medidas de Desempenho	Medidas de Inputs	Tipo de Análise	Principais Resultados
Roach (1991)	Sector dos Serviços - EUA	Produtividade do Trabalho	Stock de Capital Total de TI	Comparações de tendência	Aumentos em larga escala no stock de capital de TI, relativamente a outros inputs de capital, conjugados com produtividade estagnante, sugere que não há recompensa pela utilização das TI
Franke (1987)	Banca e Seguros - EUA	Produtividade do Trabalho	Stock de Capital Total de TI	Econométrica - Série Temporal (1958-1983)	Decréscimos na produtividade do capital associados a inovações específicas nas TI
Morrison e Berndt (1990, 1992)	20 Indústrias Manufatureiras - EUA	Produtividade do Trabalho, Produtividade Multi-factorial e Rendibilidade	Stock de Capital Total de TI	Econométrica - dados seccionais e séries temporais (1968-86)	O Capital das TI não tem impacto na produtividade comparado com o capital que não é das TI
Siegel e Griliches (1991)	Indústria Manufatureira - EUA	Produtividade Multi-factorial	Stock de Capital de TI	Econométrica - dados seccionais e séries temporais	Encontrou-se um impacto significativo das TI na produtividade, embora existam muitas dúvidas quanto à bondade dos dados
Brynjolfsson e Hitt (1993)	Nível das firmas na Indústria Manufatureira - EUA	Produtividade do Trabalho (em geral e nos serviços de informação, mais rendibilidade)	Valor de mercado do cálculo das despesas em trabalho (stock e serviços de informação)	Econométrica - dados seccionais e séries temporais (1987-91)	Grande retorno do investimento em capital das TI (ROI anual de 54,2%); o paradoxo da produtividade desapareceu em 1991

Fonte: Wilson (1995)

Como já foi referido, apenas recentemente, emergiu uma literatura que reclama sem ambiguidades que o investimento em TIC tem conduzido o crescimento da economia norte americana desde 1995. Durante o período 1995-2000, o crescimento da produtividade dos EUA registou níveis recorde, tendo sido acompanhado por aumentos significativos no investimento em TIC. Alguns autores, como por exemplo Oliner e Sichel (2000) e Jorgensen e Stiroh (1999), afirmaram que esta é a “recompensa há muito esperada do investimento em TIC”⁸¹.

⁸¹ Não obstante, vários autores sugerem que esta literatura manifesta alguns problemas, os quais, tomando por base a ideias manifestadas por Smith (2001), podem agrupadas em três níveis:

- (i) Em primeiro lugar, a metodologia de modelização econométrica baseada num determinada forma da função de produção implica a assunção subjacente que a economia está, de alguma forma em equilíbrio competitivo. De facto, os modelos funcionam com a hipótese de que a contabilização do investimento é racional, e que os investimentos em TIC auferem uma taxa de retorno competitiva, o que nas palavras de Smith (2001, p.16) “*it might be argued that this is to assume what needs to be proved*”;
- (ii) Em segundo lugar, procura-se compreender o processo de crescimento com a hipótese de que o crescimento apenas pode derivar de novos inputs e de avanços tecnológicos neles incorporados. Ou seja, as possibilidades macroeconómicas (como os choques exógenos na procura) não são consideradas. Para Smith (2001), este facto é particularmente importante, uma vez que num período em que se diz que as TIC ofereceram recompensa, foi também um período em que ocorreu uma grande mudança macroeconómica – a

3.2.1.2. *O argumento da “mudança estrutural: o contributo das perspectivas (Neo)Schumpeterianas para a explicação de uma economia assente no conhecimento*

A maior parte das análises económicas do crescimento assume que este está de alguma forma relacionado com uma mudança qualitativa, ou seja, pressupõe que o crescimento implica que se façam “novas coisas com novos processos”, para que não se limite a ser uma mera extensão da actividade existente e envolva, sim, uma mudança no carácter da actividade económica. No entanto, esta ideia pode ser vista de um conjunto de prismas diferentes.

Por exemplo, Adam Smith, na sua obra “Riqueza das Nações”, defendeu que o crescimento estava associado a uma divisão do trabalho mais complexa, de tal forma que os componentes das actividades existentes fariam o “*spin-off*” para outras actividades distintas, e seria então sujeito a um crescimento da produtividade, à medida que as pessoas se especializassem nestas actividades e se tornassem mais capazes na sua execução. Smith (1776) também previu que a criação de conhecimento se iria tornar uma actividade distinta e que isto iria impelir um maior crescimento da produtividade pelo que, neste contexto, o crescimento adviria de uma mudança de produtividade generalizada a todo o espectro de actividade, com a especialização a conduzir os resultados desse mesmo crescimento.

Uma interpretação diferente é ver a relação entre crescimento e mudança em termos do crescimento de actividades completamente novas. De certa medida, esta é a perspectiva de Marx, no seu “Capital”, onde se prestava considerável atenção à emergência de tecnologias mecânicas e à indústria de engenharia mecânica. No entanto, esta perspectiva apenas emergiu no século XX, com o trabalho de Arnold Toubee (Smith, 2001) que, ao escrever sobre a Revolução Industrial, argumentou que o crescimento derivava do desenvolvimento de quatro indústrias chave (têxteis, engenharia, carvão e construção naval), colocando assim o enfoque em novas indústrias específicas. Esta abordagem exerceu uma grande influência

taxa de poupança caiu para zero. As implicações de tais desenvolvimentos para o crescimento do produto e a medição dos impactos das TIC não são explorados;

- (iii) Estes modelos são invariavelmente aplicados aos EUA, e isto deveria estar presente, na opinião de Smith (2001), quando se retiram conclusões globais sobre as TIC. Para aquele autor é particularmente importante notar que os EUA não são a única economia a crescer rapidamente, nem tão pouco são a economia que cresceu mais rápido, no período 1995-2000. De acordo com a OCDE (2000c) apesar dos EUA terem registado 2,1% de taxa de crescimento anual no período, outras economias cresceram mais rapidamente, como são os casos de Austrália, Áustria, Bélgica, Finlândia, Hungria, Grécia, Irlanda, Islândia, Polónia, Portugal, Suécia e Turquia. Para o autor, enquanto que é provável que as TIC tenham sido parte integrante da história de crescimento da Irlanda, Suécia e Finlândia, já é mais difícil de acreditar que as TIC estiveram na sustentação dos restantes processos de crescimento. Para além do mais “*if we really want to understand the impacts of ICT we need more than partial studies of the USA*” (Smith, 2001, p.16).

durante o século XX, podendo ser encontrado um sumário deste argumento em Kuznets (1959, p. 33): *“(A) sustained high rate of growth depends upon a continuous emergence of new inventions and innovations, providing the basis for new industries whose high rates of growth compensate for the inevitable slowing down in the rate of invention and innovation, and upon the economic effects of both, which retard the rates of growth of older industries. A high rate of overall growth in an economy is thus necessarily accompanied by considerable shifting in relative importance among industries, as the old decline and the new increase in relative weight in the nation’s output”*.

Este tipo de abordagem foi originalmente sistematizado por Joseph Schumpeter, de modo particular em Schumpeter (1939). No entanto, as explicações apresentadas por este autor não são imediatas. Por um lado, Schumpeter atribui à inovação um papel central na modelação da dinâmica económica e defende a hipótese de que a inovação conduz os fenómenos cíclicos, por outro lado, debate o papel do empreendedorismo, das despesas em investimento, da moeda, das actividades bancárias, etc., em que a inovação fornece o motivo para um processo de crescimento conduzido pelo investimento (mas os problemas reais são o empreendedorismo, a actividade financeira, a procura, ...). Ou seja, desta perspectiva, Schumpeter encara os impactos do investimento/inovação no crescimento não em termos de aumentos de produtividade mas em termos de procura agregada: *“If innovations are embodied in new plant and equipment, additional consumers’ spending will result as quickly as additional producers’ spending. Both together will spread from the points in the system on which they first impinge, and create that complexion of business situations which we call prosperity”* (Schumpeter, 1989, p. 121).

Este prisma de raciocínio não é dissemelhante das considerações Keynesianas sobre o *“business cycle”*. O que é genuinamente diferente é a consideração da natureza relevante da inovação, e dos seus efeitos no desenvolvimento histórico. Assim, Schumpeter não oferece, de facto, uma teoria de geração de inovação mas faz três afirmações extremamente importantes sobre o que parece ter observado empiricamente e que trata como factos estilizados: (i) *“innovations are clustered together and are not evenly distributed in time”*; (ii) *“innovations concentrate on certain sectors and their surroundings”*; (iii) *“there are discrepancies between growth sectors: some industries move on while others stay behind”* (Schumpeter, 1989, p. 75-76).

As inovações desfazem os equilíbrios e não podem ser suavemente absorvidas pelo sistema. Todavia para Schumpeter (1939) estas “perturbações” devem ser “grandes” no sentido em que quebrem o sistema existente e obriguem a um processo distinto de adaptação. A definição de “grande” emerge, neste contexto, de forma gradual: *“Historically, the first Kondratieff covered by our material means the industrial revolution, including the protracted process of its*

absorption. We date it from the eighties of the eighteenth century to 1842. The second stretches over what has been called the age of steam and steel. It runs its course between 1842 e 1897. And the third, the Kondratieff of electricity, chemistry, and motors, we date from 1898 on ” (Schumpeter, 1989, p.145).

A análise histórica de Schumpeter consiste em três capítulos que cobrem o período 1876-1929. O primeiro destes capítulos começa com algumas dúvidas sobre se o termo “revolução industrial” é de todo apropriado, com a discussão a estar totalmente focada nos EUA e a não apresentar a inovação como um força motora do ciclo; em detrimento, surge uma extensa discussão sobre os desenvolvimentos na agricultura e sobre as condições políticas, com as tecnologias a serem mencionadas completamente *ad hoc*. Embora Schumpeter (1939) afirme que a característica principal da industrialização foi, em sentido estrito, a introdução de maquinaria pesada que possibilitou a passagem da oficina (prática de ofícios) para a fábrica, não oferece qualquer evidência ou discussão sistemática sobre tal, parecendo reconhecer as respectivas limitações, ao ponto de afirmar “*technological innovation, let alone invention, was not in prominence*” (Schumpeter, 1989, p. 192).

Ao passar para o segundo ciclo de Kondratieff, Schumpeter muda de tónica destacando os caminhos-de-ferro como a “espinha dorsal” ou como “o grande acontecimento”, fazendo acompanhar-se por uma discussão centrada nas tecnologias extractivas (carvão, minério de ferro, petróleo, etc.) mas que também menciona uma gama alargada de técnicas desenvolvidas no período. Por outras palavras, apesar do argumento de que existe uma tecnologia portadora que conduz o crescimento em cada período, Schumpeter contorna-o pelo enfoque no carácter penetrante e difuso da mudança tecnológica. Finalmente, o terceiro ciclo de Kondratieff também é ostensivamente orientado para uma tecnologia - a electricidade, embora, uma vez mais, sejam igualmente discutidas outras tecnologias.

Em qualquer destes dois capítulos referidos por último, o autor procede a uma extensa discussão das condições sociais, financeiras, políticas e de guerra, etc., pelo que a abordagem de Shumpeter é, na opinião de alguns autores (por exemplo, Smith, 2001), “qualificada” e “eclectica”, embora “não seja muito clara sobre o modo como as tecnologias chave se relacionam efectivamente com o processo de crescimento”, ou seja, as “afirmações centrais do livro não são muito desenvolvidas ou sustentadas no texto”. De facto, embora Schumpeter afirme que a inovação é “o facto mais saliente da história económica da sociedade capitalista”, é muito cauteloso sobre o poder explanatório histórico desta abordagem, comentando que: “*the fact that innovation would suffice to produce alternating prosperities and depression does not establish, of course, that these cycles are actually the ones we historically designate as*

business cycles” (Schumpeter, 1989, p. 115). O autor continua e chega mesmo a afirmar: “*Our preposition that innovation... is actually the dominant element which accounts for those historical and statistical phenomena, is so far only a working hypothesis, which will be on trial through the book. Moreover our hypothesis is not wet in shape to serve at all and it remains to be seen how much matter unconnected with its present content will have to be added to it*” (Schumpeter, 1989, p. 115)⁸².

Não obstante, tomando por âmbito de análise todos os trabalhos de Schumpeter, é possível identificar, desde logo, duas abordagens diferentes ao processo inovador. Nas suas primeiras contribuições, a ênfase concentrava-se no papel dos empresários que entravam em nichos de mercado: pela introdução de novas ideias e através da inovação, estes empresários desafiavam as firmas existentes através de um processo de “**destruição criativa**”, que era encarada como o motor do progresso económico (Schumpeter, 1911). Em contribuições posteriores, Schumpeter (1942) deu particular atenção ao papel das grandes firmas enquanto motores do crescimento económico, pela acumulação de conhecimento não transferível em áreas tecnológicas e mercados específicos – esta visão é muitas vezes referida como “**acumulação criativa**”⁸³.

O contributo de Nelson e Winter (1982) exerceu uma importante influência na modelização dos **regimes tecnológicos** de Schumpeter, embora estivessem sobretudo preocupados com os mecanismos básicos da competição Schumpeteriana, particularmente, os aspectos relacionados com estratégias de imitação e estratégias inovadoras, e a sua influência na evolução das estruturas industriais. Winter (1984) alargou o modelo com uma entrada endógena e estratégias de I&D adaptáveis por parte das firmas, as quais realçavam as características principais dos regimes tecnológicos de Schumpeter: do *Tipo I* e do *Tipo II*⁸⁴. O primeiro caracteriza-se pelo facto do papel chave ser desempenhado pelas novas firmas em actividades inovadoras, isto é, destruição criativa, enquanto o segundo é preenchido por firmas estabelecidas e grandes, isto é, acumulação criativa.

⁸² Como se constata, a extensão do sucesso de Schumpeter na confirmação desta sua hipótese pode dar lugar a muitas discordâncias, se tivermos por base apenas esta sua obra. Uma vez que o seu argumento requeria que o crescimento fosse conduzido por discontinuidades de grande escala, é possível questionar até que ponto o autor demonstrou efectivamente que estas discontinuidades existiam, bem como a sua abordagem descritiva do tema da inovação que impossibilita qualquer ligação estatística ao processo de crescimento que sustentasse a mesma.

⁸³ Veja-se, por exemplo, Malerba e Orsenigo (1993). Freeman e Soete (1987) também abordam este tema afirmando que a acumulação criativa corresponde à “incorporação de actividades endógenas técnicas e científicas por parte de grandes empresas” e acrescentam que “existe um forte retorno positivo das inovações de sucesso para as actividades de I&D, constituindo-se um ciclo virtuoso autosustentado que conduz a renovados impulsos relativamente ao aumento da concentração do mercado”.

⁸⁴ Estas expressões são muito utilizadas na literatura sob o nome “*Schumpeter Mark I*” e “*Schumpeter Mark II*” respectivamente (veja-se, por exemplo, Soete e Ter Weel (2001a).

As diferenças entre os dois regimes foram descritas por Marleba e Orsenigo (1993) em termos da combinação de quatro factores: (i) *condições de oportunidade*, (ii) *condições de apropriação*, (iii) o *carácter cumulativo das actividades inovadoras* e (iv) a *natureza do conhecimento*. Dadas estas diferenças, é provável que as indústrias difiram no que diz respeito às suas propriedades dinâmicas e estruturais, ou seja, nos denominados regimes tecnológicos⁸⁵.

Quanto às *condições de oportunidade*, elas referem-se à probabilidade de inovar, dado um determinado esforço de investigação. Este processo pode depender, por exemplo, do que um sector consegue extrair da sua base de conhecimento, dos avanços tecnológicos dos seus fornecedores e clientes, bem como de avanços científicos em universidades e laboratórios de investigação. As *condições de apropriação* reflectem as possibilidades de protecção das inovações da imitação e de apropriação dos lucros de uma inovação. Constituem possíveis dispositivos de apropriação as patentes, o segredo, os tempos de liderança, os custos e o tempo necessários para duplicação, o efeito das curvas de aprendizagem, os esforços superiores de vendas, e o diferencial de eficiência técnica resultante de economias de escala.

O *carácter cumulativo* refere-se, por um lado, ao facto dos sucessos inovadores das firmas individuais estarem mais ou menos correlacionados, estando, por isso, ligado à natureza cognitiva do processo de aprendizagem (isto é "*learning by doing*") e, por outro lado, refere-se ao facto do progresso tecnológico ou dos grandes avanços tecnológicos dependerem, mais ou menos, do stock de tecnologia corrente (veja-se, por exemplo, Nelson, 1995). Finalmente, no que respeita às *propriedades da base de conhecimento*, Dosi e Orsenigo (1988) distinguem três aspectos do conhecimento: (i) o nível de especificidade, que reflecte que o conhecimento pode ser aplicado universalmente; (ii) o nível tácito, que se refere ao facto do conhecimento estar melhor ou pior articulado ou ser mais ou menos tácito; e (iii) o grau de disponibilidade pública do conhecimento, por exemplo através de publicações técnicas e científicas.

Na literatura sobre regimes tecnológicos, as condições de oportunidade não são necessariamente diferentes entre os dois regimes⁸⁶. As diferenças relacionam-se, sobretudo,

⁸⁵ Oltra (1998) mostra a este respeito que a natureza do conhecimento e as características do ambiente tecnológico determinam os padrões das actividades inovadoras e a evolução da estrutura industrial. Van Dijk (1998), por seu turno, testa se existem de facto diferenças nas propriedades dinâmicas e estruturais, utilizando dados ao nível da firma relativos à indústria manufactureira, e observa que aquelas propriedades das indústrias estão fortemente relacionadas com os regimes tecnológicos subjacentes.

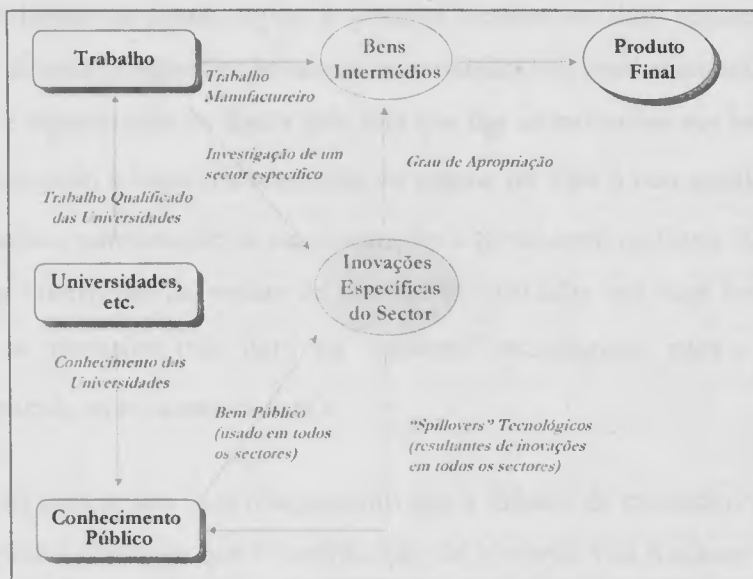
⁸⁶ Embora seja de notar que existe uma correlação positiva entre a dimensão da firma e o esforço colocado no processo de I&D, se for feita uma investigação indústria a indústria (Soete e Ter Weel, 2001a). Assim, é provável que as firmas que levam a cabo muita I&D tenham melhor acesso ao conhecimento disponível numa economia, uma vez que estão mais próximas das tecnologias líder.

com a apropriação, carácter cumulativo e padrões de acesso ao conhecimento. Um regime de do *Tipo I* é caracterizado por uma baixa apropriação e um baixo carácter cumulativo, sendo o conhecimento, principalmente, específico à firma, codificado e simples. Num regime do *Tipo II* estas condições são opostas, ou seja, a apropriação e o carácter cumulativos são elevados, enquanto o conhecimento é, de uma forma geral, genérico, tácito e complexo.

Agora, é possível utilizar a distinção entre estes arquétipos metafóricos dos regimes tecnológicos, alargando-a para uma perspectiva de crescimento macroeconómico, com o enfoque a ser dado ao processo de inovação e à acumulação de conhecimento (tácito e codificado), através da construção de um modelo esquemático simples inspirado no trabalho de Aghion e Howitt (1998) e Caballero e Jaffé (1993). Estes últimos construíram um modelo de crescimento económico através da criação de novos bens, no qual os fenómenos de destruição criativa e de “*spillovers*” de conhecimento desempenham papéis fundamentais.

A figura seguinte apresenta um diagrama simples que serve com referência de análise a todo este ponto:

FIGURA 5
APRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS
NUM CONTEXTO SCHUMPETERIANO



Fonte: Adaptado de Aghion e Howitt (1998)

A figura supra representa um modelo económico com apenas um bem final, que pode apenas ser consumido e que é produzido por um contínuo de bens intermédios, indexados ao intervalo da unidade. Mais especificamente, o fluxo de bens finais que pode produzido utilizando o bem intermédio i na data t depende apenas do fluxo x_{it} do bem intermédio i que é colocado no processo de produção, de acordo com a função de produção seguinte:

$$Y_{it} = A_{it} x_{it}^\alpha,$$

onde o parâmetro A_{it} representa a produtividade da última geração do bem intermédio i . O produto agregado (ou final) do bem final é dado pela soma:

$$Y_t = \int_0^1 Y_{it} di.$$

O estado de conhecimento nesta figura é representado por uma tecnologia líder cujo parâmetro à data t é A_t^{\max} . Cada inovação na data t num determinado sector i permite ao inovador começar a produzir no sector i utilizando a tecnologia líder. O incumbente anterior no sector i , cuja tecnologia já não é líder, será substituído e, quando tal acontece, o parâmetro de tecnologia A_{it} desse sector salta para A_t^{\max} .

Ao longo das linhas da figura supra, é possível analisar os dois regimes identificados anteriormente de uma perspectiva de criação e acumulação de conhecimento. Por exemplo, a apropriação é representada na figura pela seta que liga as inovações aos bens intermédios (x_{it}): se a apropriação é baixa (característica do regime do *Tipo I*) isso significa que é difícil para os empresários patentear as suas invenções e recolherem os frutos da sua actividade inovadora, por intermédio de rendas de monopólio auferidas nos seus bens intermédios; deste modo, as inovações irão fluir, via “*spillovers*” tecnológicos, para o conhecimento público A_t presente na economia à data t .

Esta observação remete-nos para o argumento que a difusão de conhecimento será central para o crescimento. Uma vez que a contribuição da inovação visa fornecer uma tecnologia líder, todos os outros empresários são capazes de utilizar esta tecnologia líder, levando estes processos à denominada “destruição criativa”: todas as vezes que um empresário entra no mercado com uma nova tecnologia líder, a firma incumbente cuja tecnologia já não é líder,

será, como se observou, destronada. Este facto é reforçado pelo baixo carácter cumulativo da inovação, pelo que num regime do *Tipo I* é difícil permanecer na liderança e, portanto, evoluir mais com base na experiência e nas actividades inovadoras passadas. Na prática, o que o carácter cumulativo permite é a criação de ambientes tecnológicos caracterizados pela continuidade de actividades inovadoras e, por conseguinte, é extremamente difícil observá-lo num regime do *Tipo I*.

Por seu turno, um regime do *Tipo II* caracteriza-se por elevados níveis de patentes e, por isso, cria rendas de monopólio no sector dos bens intermédios. Este nível superior de apropriação conduz a menos “*spillovers*” do que no 1º regime, reforçando o carácter tácito do conhecimento.

Por outro lado, o carácter cumulativo dos vínculos inovadores aumenta a produtividade, que, por seu turno conduz a lucros mais elevados. Como consequência disto, uma firma inovadora beneficia de uma maior capacidade para investir em I&D, o que aumenta a sua capacidade de absorção e a sua probabilidade de inovar e imitar no futuro, sendo mais susceptível de obter uma dinâmica inovadora no futuro. A maior ou menor extensão deste factor dita o carácter mais ou menos cumulativo do processo inovador.

Uma vez que num regime do *Tipo II* o carácter cumulativo é superior devido à experiência e às actividades inovadoras passadas, como consequência da “acumulação criativa”, as firmas neste regime são grandes e a entrada é pouco provável devido, por um lado, ao elevado nível de concentração no mercado e, por outro lado, ao desfasamento de conhecimento apresentado pelos possíveis novos entrantes.

Finalmente, no que concerne ao conhecimento público A_t , é possível notar que os “*spillovers*” são usado pelas firmas num regime do *Tipo II* para inovar, embora os “*spillovers*” tecnológicos entre firmas sejam marginais devido ao elevado grau de apropriação das actividades inovadoras. É provável que as alianças estratégicas reforcem o fechado processo de acumulação do *Tipo II*, em vez de implicarem verdadeiros efeitos de destruição criativa, pelo que, por conseguinte, é mais lucrativo para as firmas dum regime do *Tipo II* realizarem I&D, do que o é para as firmas que operam num contexto de destruição criativa em que os “*spillovers*” são amplamente aplicados e os níveis de lucro tendem para zero.

Os dois arquétipos aqui abordados devem ser vistos como dois casos teóricos extremos de acumulação tecnológica, sendo, no entanto, úteis ao ajudarem a compreender melhor a

diferença fundamental entre a necessidade de e o tipo de apoio por parte das políticas públicas. No caso do *Tipo I* pode-se identificar uma necessidade de aceder ao financiamento das actividades de I&D particularmente para as pequenas e médias empresas e para as firmas assentes em tecnologia; e destacar a importância que o poder “distributivo”⁸⁷ da ciência e da tecnologia (ligações a universidades, a laboratórios de investigação públicos, a firmas privadas, etc.) pode ter ao fornecer assistência na questão das patentes e, em termos mais gerais, apoio na diversidade e no dinamismo tecnológico. No caso do regime Schumpeteriano do *Tipo II*, é provável que as políticas tenham um carácter oposto, com o ênfase a ser colocado na difusão, na subcontratação de investigação, nos *spin-offs* e nos *spin-outs*, reduzindo, possivelmente, as condições de apropriação, etc.

Como se depreende, as reservas iniciais de Schumpeter relativamente à importância da inovação foram-se dissipando, sendo, mesmo abandonadas, pelos seus seguidores, que utilizam uma abordagem muito mais peremptória ao assumirem, não só que os ciclos de Kondratieff existiam, mas também que eram conduzidos por regimes tecnológicos assentes no processo inovador: “*In Schumpeter’s theory therefore the “successive industrial revolutions” were based on qualitative transformation of the economy by new technologies, rather than the simple quantitative growth of individual industries*” (Freeman e Soete, 1997, p.20).

Neste âmbito, um dos trabalhos mais sistemáticos pertence a Christopher Freeman, que é um dos economistas modernos com maior influência nas áreas da inovação e da mudança tecnológica, em colaboração com Carlotta Perez e Luc Soete. De facto, num artigo de referência – Freeman e Perez (1988) – sistematizam a abordagem Schumpeteriana e, em seguida desenvolvem toda uma argumentação que defende que existem quatro tipos de mudança tecnológica:

- *Inovações incrementais*: são inovações essencialmente de pequena escala, que dizem respeito à progressiva modificação de produtos e processos existentes;
- *Inovações radicais*: são inovações em que se verificam discontinuidades e que resultam de uma mudança radical de produtos e processos existentes;
- *Mudanças no sistema tecnológico*: dizem respeito a mudanças de grande alcance na tecnologia, que afectam os vários ramos da economia, bem como dão origem a

⁸⁷ Esta expressão é utilizada por David e Foray (1995) para designar as atribuições do sistema nacional de inovação.

sectores inteiramente novos. Baseiam-se numa combinação de inovações radicais e incrementais, conjuntamente com inovações organizacionais e de gestão, que afectam várias firmas;

- *Mudanças no paradigma techno-económico*: dizem respeito a mudanças advindas da destruição criativa que está no centro da teoria de ciclos longos de Shumpeter: “They represent those new technology systems which have such a pervasive effect on the economy as a whole that they change the style of production and management throughout the system. The introduction of electric power or steam power or the electronic computer are examples of such deep-going transformations. A change of this carries with it many clusters of radical and incremental innovations, and may eventually embody several new technology systems. Not only does this fourth type of technological change lead to the emergence of a new range of products, services, systems and industries in its own right – it also affects directly or indirectly almost every other branch of the economy... The changes involved go beyond specific product or process technologies and affect the input cost structure and conditions of production and distribution throughout the system.” (Freeman, 1987, p. 130).

O enquadramento explicativo oferecido pelos autores é, de forma explícita, semelhante ao anteriormente descrito para Schumpeter, sendo sumariado no quadro seguinte.

QUADRO 5
AGRUPAMENTOS DE TECNOLOGIAS PENETRANTES: SISTEMAS E ORGANIZAÇÃO⁸⁸

Período	1750-1820	1800-1870	1850-1940	1920-2000	1980-...
Sistema Tecnológico Dominante	Força hidráulica, navegação à vela torniquetes, têxteis	Carvão, navegação à vela, canais, ferro, potência de vapor, equipamento mecânico	Caminhos-de-ferro, barcos a vapor, indústria pesada, aço, químicos, telégrafo	Potência eléctrica, petróleo, energia nuclear, carros, rádio e televisão, produtos duradouros, petroquímicos	Gás, aviões, telecomunicações com base no espaço, tecnologias de informação, opto electrónica ⁸⁹
Sistema Emergente	Técnicas mecânicas, carvão, vapor estacionário, canais	Aço, oferta de energia distribuída, telégrafo, caminhos-de-ferro	Electricidade, carros, camiões, rádio, telefone, estradas, químicos	Energia nuclear, computadores e sistemas de informação, telecomunicações, transporte aéreo	Biotechnology, inteligência artificial, integração telecomunicações/TI

⁸⁸ Este título, no original era: “Clusters of Pervasive Technologies: systems and organization”.

⁸⁹ Opto electrónica é um ramo da electrónica que se assemelha à física, e que se preocupa com o estudo, desenho, fabricação e operacionalização de dispositivos de hardware que convertem os sinais eléctricos em fotões (energia de radiação visível ou infravermelha), e vice-versa. Exemplos de componentes opto electrónicos incluem as fotocélulas, as células solares, etc. Na prática qualquer dispositivo que convertasinais eléctricos em ópticos ou ópticos em eléctricos é considerado um aparelho optoelectrónico. As tecnologias opto electrónicas incluem comunicações por fibra óptica, sistemas de laser, sistemas de sensores remotos, sistemas de diagnóstico médico e sistemas de informação óptica.

Período	1750-1820	1800-1870	1850-1940	1920-2000	1980-...
Métodos dominantes e/ou Organização	Manufatura, empresa localizada	Empresas geridas centralmente, sociedades anónimas	Partes estandardizadas, companhias com configuração em M ⁹⁰	Fordismo, Taylorismo, produção em massa, empresas Transnacionais	Controlo de qualidade, empresas globalizadas, gestão descentralizada

Fonte: Freeman e Perez (1988)

Assim sendo, para Freeman e Perez (1988), o crescimento é conduzido, neste contexto, por mudanças tecnológicas radicais e incrementais, oriundas de processos inovadores, que fazem deslocar o paradigma “tecno-económico” e que implicam novas formas de organização, novos perfis de qualificações da força de trabalho, novos padrões de localização, novas infraestruturas, novos padrões de consumo, novos tipos de firmas dominantes, etc. O ponto central deste tipo de abordagem aponta, naturalmente, para o conceito de mudança tecnológica de Schumpeter, que aplicada à era moderna, passa, na opinião dos autores, a ser sinónimo de tecnologias de informação e comunicação.

Embora, neste trabalho, e no corpo substancial de literatura por ele influenciado nos últimos 14 anos, seja às vezes pouco claro como é que estas mudanças acentuadas no enquadramento social e económico se relacionam com as TIC e, em geral, com as novas tecnologias, este tipo de abordagem é frequentemente convertido num argumento relativo ao papel de crescimento das TIC actualmente. Por exemplo, Fagerberg et al sugere: *“It is often argued that if the prospects for technological change and productivity growth differ across industries, countries that happen to be specialized in the technologically most progressive industries are likely to get a growth bonus. Conversely, the argument goes, countries that are specialized in the technologically lagging or “wrong” industries tend to do rather badly”* (Fagerberg et al, 1999, p. 15)⁹¹.

Este tipo de argumentação Neo-Schumpeteriana tem sido dominante em vários círculos de políticas e constitui, como se sugeriu no início deste ponto, uma das razões principais para afirmar que as TIC são importantes na modelação do crescimento. De facto, como se

⁹⁰ A configuração em M sucede tipicamente uma organização em U, em que o modelo de gestão, nomeadamente a responsabilidade e a autoridade, estavam concentradas nas mãos de uma pessoa (o CEO). Com a criação de uma estrutura multidivisional (M), as empresas dividiram a entidade única em várias entidades denominadas divisões, em que às novas unidades estruturais era dada legitimidade e poder através da afectação de recursos e da delegação de responsabilidades aos directores gerais criados a este nível. Em poucas palavras, a configuração em M, foi criada através de uma filosofia de devolução dos activos do nível da empresa para o nível da divisão.

⁹¹ Os autores concluem também que a Europa não tem conseguido acompanhar os seus concorrentes, nomeadamente no que diz respeito à criação de emprego e ao crescimento, afirmando que o que interessa é *“the ability to exploit areas of technological opportunity, which in recent years have been dominated by ICT. However the analysis shows that Europe has lost ground in a number of strategically important sectors, particularly those related to ICT”* (Fagerberg et al, 1999, p. 230).

procurou demonstrar, o processo inovador, independentemente do regime tecnológico que lhe está subjacente, é fundamental para a consubstanciação de ideias e o desenvolvimento de conceitos que, uma vez optimizados, permitem obter ganhos de eficiência e eficácia produtiva e organizacional, os quais, idealmente, conduzem a ganhos de mercado, ou seja, ao retorno do investimento.

As TIC, enquanto elemento de mudança de paradigma tecno-económico, são simultaneamente consequência e causa desse processo inovador. São consequência, uma vez que resultam, uma melhoria contínua nas tecnologias, nomeadamente de computação e de digitalização, verificada nos últimos 40 anos, bem como da crescente necessidade de uma maior interligação entre empresa, negócios e instituições. São causa porque constituem uma ferramenta fundamental de difusão de conhecimento ao possibilitarem o acesso mais rápido e generalizado à informação (e conhecimento), o que é vital quer para as firmas pequenas quer grandes empresas e, por isso, central para o crescimento económico:

- por um lado, possibilitam o acesso, por parte das firmas mais pequenas, com técnicas e processos que só seriam possíveis contactar (ou não seria de todo possível) a muito custo económico e temporal; ou seja, se o processo de destruição criativa for entendido como motor do progresso económico, então as TIC fornecem melhores condições de partida e menos barreiras à entrada para o desenvolvimento de tecnologias e métodos de trabalhos líderes;
- por outro lado, num contexto em que as grandes firmas são entendidas enquanto motores do crescimento económico, pela acumulação criativa, as TIC são um elemento catalizador de uma ainda maior acumulação de conhecimento público e aperfeiçoamento do conhecimento tácito, bem como de uma maior rapidez de transmissão do mesmo (aspecto essencial nas grandes organizações), o que potencia de forma superior o processo de inovação.

Com efeito, a emergência de um conjunto de tecnologias de informação e comunicação que são simultaneamente sinónimo de diminuição dos custos de processamento de informação, de convergência digital entre as tecnologias de comunicação e de computação, e de uma generalização de métodos de trabalho electrónicos, tem criado um consenso económico e político cada vez mais alargado relativamente à importância que o conhecimento detém em termos de competitividade industrial.

Como se viu, a acumulação de conhecimento, embora possa ser vista de modo idêntico à acumulação de um outro bem qualquer - já que embora com traços intrínsecos, serve de input à produção de outros bens como qualquer outro bem de capital, pode ser armazenado, depreciar-se (quando ocorre uma deterioração das qualificações humanas) ou até ser substituído por um novo conhecimento -, deve ter presente que o conhecimento é um bem não rival, já que pode ser partilhado por muitas pessoas sem diminuir, de alguma forma, o montante disponível para cada pessoa. E, neste contexto, as TIC, enquanto instrumento de codificação da informação e do conhecimento, alargam o grau de acessibilidade do conhecimento codificado, dados informação a todos os sectores e agentes de uma economia ligada a redes de informação ou com o conhecimento de como aceder a essas redes. Esta passa a ser uma qualificação incontornável para obter sucesso económico, assumindo o carácter de valor estratégico.

Neste sentido, as TIC, pelo aumento de potencial de codificação e transferibilidade internacional de dados, informação e conhecimento, podem ser consideradas como a primeira tecnologia verdadeiramente global, já que ao encurtarem distâncias e acelerarem processos tornam, até certo ponto, o conhecimento disponível em termos globais. A própria capacidade de inovar é vista, cada vez menos, em termos da capacidade de descoberta de novos princípios tecnológicos, surgindo, actualmente, como “a capacidade de explorar, de forma sistemática, os efeitos produzidos pelas novas combinações e utilização de partes do stock de conhecimento existente” (Soete e Ter Weel, 2001a).

Em suma, as TIC, ao gerarem verdadeiras redes de firmas, facilitam a criação e a aplicação de novas tecnologias e elevam o estado do conhecimento da firma individual, fazendo com que a ligação entre empresas conduza a uma mais rápida difusão do conhecimento criado, com os consequentes benefícios sociais daí decorrentes, consubstanciados na emergência de uma *economia assente no conhecimento*.

3.2.2. A Importância da Disseminação das TIC para a Emergência de um Novo Paradigma Tecno-Económico numa Sociedade da Informação e do Conhecimento

Muitos economistas suspeitam que o crescimento económico é inextricável do conceito de iniquidade, já que o crescimento *per se* não tem que necessariamente originar aumentos incontestáveis no bem-estar, uma vez que os níveis médios de rendimento podem surgir conjuntamente com aumentos de disparidades entre “pobres” e “ricos”.

As teorias proeminentes sobre as fontes de crescimento económico reforçam estas preocupações, particularmente as que relacionam o crescimento com os rendimentos crescentes – em que quanto maior é a produção, maior é a eficiência produtiva –, e com o progresso técnico – em que os avanços na ciência e tecnologia constituem os elementos condutores do crescimento económico (veja-se, por exemplo, os modelos abordados no primeiro capítulo referentes à teoria do crescimento endógeno, onde se destacam autores como, Aghion e Howitt, 1998; Grossman e Helpman, 1991; Romer, 1986, 1990). As várias versões destas teorias implicam uma dependência de trajetória (*“path dependency”*), onde “o sucesso gera sucesso”, fazendo com que os países mais “ricos” ou tecnologicamente mais avançados se tornem ainda mais, e os países mais “pobres”, se tornem progressivamente ainda mais pobres (Durlauf, 1993), ou seja, o crescimento económico traz inevitavelmente maior iniquidade.

Embora os rendimentos crescentes e o progresso tecnológico sejam conceptualmente distintos, quer a teoria quer a evidência empírica, sugerem que ambos aparecem de forma conjunta e que resultam de um *“lock-in”* tecnológico (David, 1985), pelo que as tecnologias que inicialmente possuam uma vantagem, real ou imaginária, substantiva ou acidental, tendem a perdurar (Quah, 2001a).

Neste contexto, as TIC podem ser encaradas, por um lado, como a última manifestação do progresso tecnológico (contribuindo, assim, directamente para o crescimento económico) e, por outro lado, como uma indústria/sector onde os rendimentos crescentes são difusos: se é um facto que a criação de uma primeira cópia de um programa de software ou de um primeiro desenho de um novo chip tem custos, não é menos verdade que os custos de obtenção de cópias adicionais são praticamente nulos. Não obstante, as TIC não são apenas

uma indústria que utiliza altas tecnologias e apresenta rendimentos crescentes, possuindo quatro características claramente distintas⁹²:

- *não-rivais*, porque o seu uso por parte um agente não degrada a sua utilidade para outro agente;
- *infinitamente expansíveis*, porque a sua quantidade pode ser arbitrariamente alargada, de forma extremamente rápida e a custos praticamente nulos;

Apesar de aproximados estes conceitos não coincidem, uma vez que a não-rivalidade descreve uma restrição na utilidade marginal ou produtividade, enquanto que a expansibilidade representa uma restrição da quantidade disponível para a sociedade a um custo marginal nulo durante um determinado período de tempo (Quah, 2002b).

- *a-espaciais*, uma vez que fazem “desaparecer” a distância geográfica e reduzem a importância dos custos de transporte, espalhando informação e conhecimento por todo o mundo em microssegundos, devido às crescentes melhorias da compressão de dados e da largura de banda;
- *recombináveis*: no sentido em podem ser cumulativas através da combinação de outras tecnologias antecedentes.

Face a estas características, as TIC, ao contrário de avanços tecnológicos mais simples (por exemplo, afiadores de lápis⁹³) são encaradas como uma *General Purpose Technology* (GPT), dado o seu poder de influenciar profundamente todos os sectores da economia (Helpman, 1998). Por outro lado, como se depreende do tipo de características enunciadas, a natureza dos “produtos e serviços das TIC assemelha-se ao conhecimento” (Quah, 2001c) e é, precisamente este facto que distingue o progresso técnico moderno (as TIC) do anterior.

Se é um facto que o progresso técnico e a disseminação de tecnologias constituem a principal fonte de crescimento económico sustentado, então, a proliferação destas tecnologias de informação e comunicação consubstancia, neste contexto, a emergência de

⁹² Estas quatro características são inspiradas em Quah (2002b) que considera que os bens digitais (“*digital goods*”) são caracterizados por: “*nonrivalry, infinite expansibility, discreteness, aspatiality (or weightless and spacelessness), and recombination*” (Quah, 2002b, p.4-5).

⁹³ O exemplo é de Quah (2002b).

um Novo Paradigma Tecno-Económico⁹⁴ (NPTE) assente no conhecimento, quer por via da produção (onde se observa uma maior intensidade de utilização do conhecimento) quer através do consumo (já que os consumidores têm cada vez mais contacto com bens e serviços que se comportam como conhecimento, o que se traduz na percentagem crescente destes no consumo total). O conceito de NPTE tem como principal intenção chamar à atenção para o facto do impacto da disseminação das TIC, enquanto elemento condutor de uma mudança de paradigma, não se fazer sentir somente no lado da oferta mas igualmente no lado da procura com alterações visíveis nos hábitos e padrões de consumo.

Quando esta “nova” economia é identificada apenas pelos impactos potenciais que as TIC produzem do lado da oferta, estabelecem-se de imediato três tipos de relações. Em primeiro lugar, esta “nova” economia dá ênfase ao conhecimento e o conhecimento faz aumentar a produtividade. Em segundo lugar, as melhorias na circulação da informação permitem um melhor controlo dos canais de distribuição, a elaboração de planos e projectos com melhor informação e a redução da ocorrência de inventários. Em terceiro lugar, os desfasamentos de entrega diminuem pelo que os factores produtivos (trabalho e capital) podem ser reafectados de forma mais rápida.

Se a “nova” economia for tiver igualmente em consideração os impactos que as TIC originam no lado da procura, passa a ser encarada, também, como um conjunto de mudanças estruturais que moldam as funções de utilidade dos consumidores, fazendo-os considerar produtos e serviços com características semelhantes ao conhecimento:

$$U = U(C, A),$$

em que U representa a função de utilidade, C representa o consumo e A as TIC. Quah (2001c) estuda um modelo em que a aprendizagem de A tem custos em termos de tempo e, portanto, afecta a restrição orçamental dos consumidores, no qual a função de utilidade indirecta corresponde a expressão acima apresentada.

O facto das TIC serem a-espaciais e infinitamente expansíveis tem profundas implicações no comportamento dos consumidores, bem como dos produtores. Por um lado, os custos de transporte e de instalações já não conseguem explicar totalmente os padrões da geografia económica (Fujita, Krugman e Venables, 1999; Quah 2000, 2001d) e, por outro lado, as

⁹⁴ Esta é a expressão que se elegeu para congregar todas as expressões existentes na literatura económica, desde “Nova Economia”, “Economia Digital”, “Economia da Internet”, “E-economia”, etc., e que será devidamente analisada no ponto seguinte.

características do lado da procura assumem uma importância crescente na determinação dos resultados do mercado (Quah, 2001c). Para ilustrar este segundo ponto, considere-se as duas possibilidades sugeridas por Quah (2002a):

- Suponha-se uma situação em que as sociedades possuem instituições estabelecidas (direitos de propriedade intelectual, como patentes, por exemplo) que impedem que o preço de mercado dos produtos de conhecimento iguale um custo marginal nulo, ao tornarem ilegais as cópias para todos, com excepção do proprietário do direito. Este opera, então, como um monopolista, que entrega a quantidade e cobra um preço determinado inteiramente pela curva de procura. As considerações dos custos determinam os lucros, mas não o preço ou a quantidade – é a procura, *per si*, que determina os resultados do mercado;
- Suponha-se o oposto, isto é, uma situação em que tais instituições não existem, pelo que os produtos de conhecimento não são protegidos pelos direitos de propriedade, mas possuem mecanismos de incentivos separados para a sua criação e disseminação. Então, a infinita expansibilidade do produto de conhecimento faz com que a oferta forneça tanto quanto a procura deseje, de uma forma de certo modo desligada da estrutura de custos da criação. Mais uma vez, o último determinante dos resultados do mercado é o lado da procura.

Estas observações sugerem a conclusão aparentemente paradoxal de que o principal obstáculo que pode impedir o progresso nesta “nova” economia é justamente a relutância dos consumidores em participarem neste novo paradigma tecno-económico. Tal como Quah (2002a, p. 19) destaca: *“The advanced technologies around us might well turn out to be unproductive, not because of any defect inherent to them, but instead simply because we users have chosen not to use those technologies to best effect”*⁹⁵.

⁹⁵ Os dados estatísticos de Jalava e Pohjola (2002) sugerem duas conclusões que sustentam esta hipótese: (i) nos EUA, nos anos 90, o uso das TIC forneceu benefícios superiores à produção das TIC; (ii) na Finlândia, a contribuição do uso das TIC para o crescimento do produto mais do que duplicou nos anos 90. Outra evidência desta hipótese é apresentada por Quah (2001c), que descreve um exemplo histórico em que as condições de procura condicionaram o progresso técnico. O autor retrata o caso da China, no século XIV - cujo avanço e competências tecnológicas nas mais variadas frentes relativamente à Europa, pareciam indicar um revolução industrial 400 anos antes da Europa – afirmando que a falha da China em explorar a sua base tecnológica foi uma falha de procura.

Em suma, o impacto da disseminação das TIC é muitas vezes visto como um fenómeno que conduz a alterações de produtividade do lado da oferta pelo uso de novas tecnologias, descurando-se a sua importância no lado da procura. Por conseguinte, quando se procura analisar o impacto da “nova” *economia assente no conhecimento*, deve considerar-se o NPTE no seu sentido mais lato, procurando ter em linha de conta, não só os avanços da oferta mas também as mudanças da procura, nomeadamente o comportamento dos consumidores, já que quer a procura como a oferta são importantes para o resultado económico.

3.2.2.1. *As TIC e a Sociedade da Informação e do Conhecimento*

O conhecimento tem estado no coração do crescimento económico e no aumento gradual dos níveis de bem-estar desde sempre. A capacidade de inventar e inovar, ou seja a criação de novo conhecimento e novas ideias que estão incorporadas em produtos, processos e organizações tem servido sempre para alimentar o desenvolvimento.

Não obstante, a ideia de uma *economia assente no conhecimento*⁹⁶ é uma expressão relativamente recente e que surgiu com o objectivo de retratar a velocidade crescente (e sem precedentes) a que o conhecimento é criado, acumulado e, que se deprecia em termos da sua relevância económica e valor, e que se reflectiu numa intensificação do progresso científico e tecnológico.

Os historiadores económicos chamam à atenção para o facto de, actualmente, as disparidades na produtividade e no crescimento dos diferentes países terem cada vez menos a ver com a abundância (ou falta) de recursos naturais e, cada vez mais, com a capacidade de melhorar a qualidade do capital humano e dos factores de produção, ou seja, de criar novo conhecimento e novas ideias e de as incorporar nos equipamentos e nas pessoas. De facto, uma característica relacionada com o crescimento económico, que se tem tornado cada vez mais evidente, prende-se com a crescente importância do capital intangível no total da riqueza produtiva (Abramovitz e David, 1996, 2000). O capital intangível pode ser decomposto em duas categorias: (i) por um lado, relaciona-se com o investimento destinado à produção e disseminação do conhecimento (ou seja, formação, educação, I&D,

⁹⁶ Este termo já foi utilizado anteriormente quando se abordou a problemática das perspectivas Neo-Schumpeterianas, e baseia-se na expressão inglesa “*Knowledge-based Economy*” utilizada, por exemplo, em Abramovitz e David (1996).

informação e coordenação); (ii) por outro lado, relaciona-se com o investimento destinado a manter o estado físico do capital humano (despesas em saúde)⁹⁷.

A OCDE tem publicado vários trabalhos recentes que têm permitido estabilizar as categorias do investimento relacionado com o investimento intangível para determinados países ou sectores. Tomando por base a medida simples, embora altamente restritiva, do investimento em I&D, software e educação pública, é possível verificar que as taxas de investimento anuais cresceram bastante desde os anos 80 (a uma taxa anual de 3% nos países da OCDE), embora as estruturas de investimento difiram entre os países: os países escandinavos, por exemplo, dependem mais em educação pública, enquanto o investimento industrial (I&D do sector privado, software e equipamento de tecnologias de informação) encabeçam a lista nos EUA (OCDE, 1999).

As economias assentes no conhecimento não estão, obviamente, restringidas a altas tecnologias, mas a ciência e a tecnologia tendem a ser centrais nos novos sectores proporcionando o crescimento global da economia como um todo ao longo das últimas décadas (produtos farmacêuticos e instrumentação científica, tecnologias de informação e comunicação, aeronáutica, etc.). Estes desenvolvimentos reflectem-se na crescente proliferação de postos de trabalho afectos à produção, processamento e transferência de conhecimento e informação (que inicialmente estava confinada às altas tecnologias e aos sectores de serviços de informação e comunicação), fazendo com que a sociedade, como um todo, esteja a dar primazia a actividades intensivas em conhecimento.

Por outro lado, a própria inovação tem-se processado com cada vez maior velocidade e intensidade, podendo surgir, segundo David e Foray (2001) de duas formas: “*off-line*” (isto é, de forma isolada e abriga da normal produção de bens e serviços) ou através da aprendizagem “*online*”, em que os indivíduos aprendem fazendo e, como regra, podem aceder aquilo que aprenderam e aperfeiçoam as suas práticas para o futuro, o que pode constituir uma forma de produção de conhecimento muito potente.

A necessidade de inovar tem-se tornado mais forte, à medida que a inovação se torna no único meio de sobrevivência em economias globalizadas e altamente competitivas (David e Foray, 2001). Não é fácil distinguir entre novidades absolutas e inovações que são novas apenas para as empresas que as adoptam, ou adaptações mais complexas de produtos ou

⁹⁷ Note-se que, por exemplo nos EUA, o valor actual do stock de capital intangível (dedicado à criação do conhecimento e do capital humano) começou a ultrapassar o peso do capital tangível (infraestruturas físicas, equipamentos, recursos naturais) no início dos anos 60.

ideias existentes a um novo mercado, sendo um facto que as empresas e a sociedade, em geral, estão a despende mais tempo e esforço na produção e no ajustamento à mudança. A investigação formal continua a ser o principal foco de produção de conhecimento em muitos sectores (pela simples razão que oferece um domínio mais abrigado para levar a cabo inovações que não seriam possíveis de outra forma), mas o sistema de produção de conhecimento está a tornar-se mais distribuído por novos locais e novos actores, com os “inovadores” a aparecerem, cada vez mais, em situações inesperadas: por exemplo para Von Hippel (1998) os utilizadores são fonte de inovação e os “leigos” aparecem envolvidos na produção de conhecimento científico em áreas como a saúde ou ambiente.

Estas descontinuidades devem ser analisadas à luz da grande revolução tecnológica da idade digital, consubstanciada nas TIC que, na prática, funcionam como tecnologias catalizadoras da produção e disseminação do conhecimento e da informação. Estas tecnologias começaram a emergir nos anos 50 e 60, e viram o seu potencial disparar com o advento da Internet. Em termos gerais, as TIC possibilitam o acesso remoto à informação e aos meios de aquisição de conhecimento, pelo que, para além de permitirem o envio de textos digitalizados ou outros itens digitalizados (música, imagens), permitem aos utilizadores aceder e trabalhar em sistemas de conhecimento à distância (ex: experimentação remota), frequentar cursos de aprendizagem à distância dentro de um contexto interactivo professor-estudante (tele-educação), e dispor de enormes quantidades de informação (uma espécie de biblioteca universal) no seu computador pessoal.

As TIC podem, assim, afectar a criação de conhecimento de várias maneiras: (i) o simples facto de uma pessoa ter a capacidade de criar uma tal riqueza de informação é absolutamente revolucionário e outrora impensável; (ii) as tecnologias de informação permitem uma interacção criativa não apenas entre o mundo académico e científico, mas também entre desenhistas de produto, fornecedores e produtores, com a criação de objectos virtuais a poder ser modificada *ad infinitum* e a estar acessível instantaneamente para um e para todos, facilitando o trabalho colectivo e a aprendizagem; (iii) as novas tecnologias possibilitam a exploração e a análise dos conteúdos de bases de dados gigantescas, o que representa um meio poderoso de aumento de conhecimento; (iv) finalmente, as TIC proporcionam, pela combinação dos três aspectos anteriores, o desenvolvimento de sistemas descentralizados de recolha e tratamento de dados e a partilha de resultados.

Para explorar adequadamente a “caixa preta” do conhecimento e antes de passar à descrição mais pormenorizada da *Sociedade da Informação e do Conhecimento*, torna-se conveniente

perceber, numa primeira instância, “o que é que corre nos tubos electrónicos: conhecimento, informação ou dados?” – Tudo depende da relação entre o emissor e o receptor (David e Foray, 2001).

Em primeiro lugar deve ser feita uma distinção entre conhecimento e informação. O conhecimento, independentemente do ramo, concede aos que o possuem a capacidade para uma acção física ou intelectual, constituindo, fundamentalmente, um assunto de capacidade cognitiva. A informação, por seu turno, assume a forma de dados estruturados e formatados que permanecem passivos e inertes até que sejam utilizados por aqueles que possuem o conhecimento necessário para os interpretar e processar.

O significado completo desta distinção só é possível quando se olha para as condições de reprodução que estão subjacentes a um e a outro. Enquanto o custo de reprodução da informação não é mais do que o preço de fazer cópias (próximo de zero dadas as tecnologias modernas), a reprodução do conhecimento é um processo muito mais dispendioso uma vez que, muitas capacidades cognitivas são facilmente articuláveis ou transferíveis para outras pessoas, existindo, portanto, elementos que permanecem “tácitos”.

Por outro lado, o conhecimento pode ser codificado, ou seja, ser de tal modo articulado e clarificado que pode ser expresso numa linguagem particular e gravado num meio particular. A codificação envolve a exteriorização da memória (Favreau, 1998) de tal forma que o conhecimento é separado do indivíduo e a memória e a capacidade de comunicação criadas também se tornam independente dos seres humanos (desde que o meio em que o conhecimento está armazenado seja seguro e a linguagem em que esteja expresso seja identificável). Na opinião de Goody (1977) o “problema da memória deixa de dominar a vida intelectual com a emergência da codificação, já que os programas de aprendizagem que são produzidos substituem parcialmente a pessoa que detém e ensina o conhecimento”.

A codificação, consiste, por outro lado, na tradução de conhecimento em representações simbólicas, para que o mesmo possa ser armazenado, criando, assim, novas possibilidades cognitivas, que eram inconcebíveis quando o conhecimento estava “preso” ao ser humano individual. A inscrição (através da escrita, gráficos, modelos, virtualidade) torna possível examinar e combinar o conhecimento de diferentes modos, bem como, isolar, classificar e combinar diferentes componentes, conduzindo à criação de novos objectos de conhecimento (listagens, tabelas, formulários) e a novas possibilidades cognitivas (classificações, taxinomias, simulações, árvores de acontecimentos) que fornecem o

enquadramento para uma rápida produção de novos conhecimentos (Goody, 1977). Em suma, a codificação desempenha um papel central na *Sociedade da Informação e do Conhecimento*, uma vez que proporciona um aumento da memorização, comunicação e aprendizagem, criando condições para a criação de novos objectos de conhecimento.

Neste âmbito, as actividades assentes no conhecimento emergem quando as pessoas, com o apoio das TIC, interagem em esforços concertados para co-produzirem (isto é, criarem e trocaram) novos conhecimentos. Tipicamente, este processo envolve três elementos principais: (i) um número significativo de membros da comunidade concertam esforços para produzir e reproduzir conhecimento novo (difundem fontes de inovação); (ii) a comunidade cria um espaço “público” para a troca e circulação de conhecimento; (iii) as novas tecnologias de informação e comunicação são usadas intensivamente para codificar e transmitir o conhecimento novo. Assim, com a extensiva criação e reprodução de conhecimento, com, mecanismos de troca e disseminação do conhecimento resultante e o uso intensivo de TIC, tende-se a gerar um tipo de produção conduzido pelo conhecimento, com as comunidades a apresentarem um determinado número de virtudes:

- O aumento do conhecimento é impulsionado pelo conjunto de oportunidades existentes para sinergias, recombinação e transposição;
- Uma larga percentagem da base de conhecimento é codificada, o que conduz a um maior armazenamento e capacidade de comunicação, e torna possível o desenvolvimento de novas abordagens cognitivas;
- O controlo de qualidade é garantido uma vez que cada um dos membros consegue reproduzir, testar e criticar o conhecimento novo;
- A eficiência estática é, enquanto regra, reforçada, o que significa que, porque todos têm acesso ao conhecimento produzido, não são reinventados os mesmos itens, enquanto o conhecimento novo pode beneficiar de uma forte focalização colectiva, e de experimentação e esforços colaborativos;
- A produtividade da aprendizagem aumenta pelo facto de um indivíduo aprender a aprender através da reprodução do conhecimento de outros;

- À medida que se torna menos oneroso transportar o conhecimento do que as pessoas, emergem oportunidades de reorganização espacial das actividades e a criação de comunidades virtuais.

Se é verdade que o potencial para a produção e reprodução de conhecimento tornar-se-á maior à medida que a comunidade se expande, também é um facto os custos da pesquisa de dados, o risco de congestão e as animosidades entre membros, podem representar uma fonte de problemas de confiança.

A maior parte das comunidades de conhecimento ultrapassam os limites das organizações convencionais (empresas, centros de investigação, agências governamentais, etc.) com os indivíduos a pertencerem a comunidades de conhecimento externas, o que os torna ainda mais valiosos para as organizações que os têm como empregados regulares. Exemplos deste fenómeno no mundo de negócios incluem: engenheiros que pertencem a várias firmas, os quais trocam conhecimento dentro do contexto de uma rede que opera com base em regras de reciprocidade (Von Hippel, 1998); cientistas empregados em grandes empresas farmacêuticas que são encorajados a publicar artigos em revistas científicas e que conservam fortes laços com a comunidade científica assente em universidades (Cockburn, Henderson e Stern, 1998); projectos cooperativos entre utilizadores da mesma tecnologia (por exemplo, software) que esperam tirar partido das melhorias da tecnologia no seu trabalho enquanto empregados de empresas diferentes, ou até mesmo rivais (Lakhani e Von Hippel, 2000). Ao penetrarem em organizações convencionais, estas comunidades tornam-se agentes da mudança na sua indústria e, por consequência, na economia em termos globais.

Esta abordagem baseada nas comunidades tem a vantagem de mostrar que o acesso a uma *economia assente no conhecimento* é ainda algo limitado e que existem grandes disparidades entre países e grupos sociais, criando uma espécie de divisória digital, que pode ultrapassada através do fornecimento de acesso técnico universal à Internet. Neste sentido, o acesso a telecomunicações é, sem dúvida, uma consideração relevante, uma vez mais do que dois terços da população mundial não possuem sequer a vantagem de simples ligações de telefónicas (David e Foray, 2001), para não falar de computadores e ligações a fornecedores de Internet. No entanto, os problemas mais difíceis e, de certo modo, fundamentais, não dizem respeito a um maior acesso tecnológico às correntes de informação, mas relacionam-se sim com o fornecimento às pessoas de capacidades cognitivas e de enquadramentos intelectuais que permitam ao capital humano interpretar, seleccionar e utilizar a informação

de forma a aumentar as suas capacidades de controlo e melhorar as circunstâncias materiais e a qualidade da sua existência (David e Foray, 2001).

É, então, possível afirmar que o conhecimento é sinónimo de poder, no sentido em que o acesso ao conhecimento é essencial para um acesso consentâneo e com significado à informação. A relação entre o conhecimento humano e o conhecimento e a informação é, contudo reflexiva – a formação do conhecimento de um indivíduo que vá para além da aquisição de entendimentos derivados da experiência pessoal é incentivada consideravelmente pela recepção de informação interpretável que congrega a aprendizagem partilhada de outros, ou seja, a natureza do conteúdo que está disponível para distribuição é extremamente importante. O acesso aos canais de comunicação que transmitem informação de determinados tipos, pode desempenhar um papel instrumental na aceleração da aquisição de qualificações cognitivas que irão conceder um aumento de relevância e um maior valor (utilidade) aos outros fluxos de informação que sejam transportados pelos mesmos canais.

O acesso desigual a bases de conhecimento pertinentes pode constituir uma restrição importante que está subjacente às diferenças de sucesso, medidas pelos avanços na produtividade, entre os diferentes sectores de uma economia numa determinada época histórica. Os sectores em que a criação de conhecimento ocorreu de uma forma muito veloz são precisamente aqueles em que as interligações entre a ciência e a tecnologia são estreitas e intensas. Estes são sectores capazes de levar a cabo experiência controladas e de testar exaustivamente os resultados, mantendo uma relação permanente entre as várias etapas do processo de experimentação até à aplicação. Para além disso, os avanços tecnológicos geram melhores instrumentos científicos que, por sua vez, ajudam a melhorar os métodos de experimentação. As interligações entre a “tecnologia iluminada pela ciência” e a “ciência equipada pela tecnologia” fornecem a base para o rápido desenvolvimento do conhecimento em determinadas áreas, pelo que, neste modelo, verificam-se, por um lado, avultados investimentos em actividades de investigação experimental “*off line*” e, por outro lado, uma codificação do conhecimento em grande escala, para que as interacções entre a ciência e a tecnologia possam ser sustentadas por um sistema de conhecimento sistemático e estandardizado.

Em suma, a expressão *Sociedade da Informação e do Conhecimento* resulta do reconhecimento do crescente papel que o conhecimento, a informação e a tecnologia têm tido como input e output de várias actividades, com as respectivas repercussões em termos de crescimento económico. Tomando por base a definição da OCDE (1999) para as “*knowledge-base societies*”,

é possível afirmar que as *Sociedades da Informação e Conhecimento* são sociedades cujas economias se baseiam directamente na produção, distribuição e no uso do conhecimento e da informação. Por seu turno as economias baseadas no conhecimento (*“knowledge-based economies”*) são economias que colocam em pé de igualdade o capital intelectual e os outros inputs como os terrenos, as instalações, o equipamento e o capital financeiro, dando ênfase ao desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias para gerir e utilizar activos de conhecimento de uma forma mais eficaz.

De acordo com a OCDE (1999), podem ser identificados quatro tipos de conhecimento que sustentam a dita *Sociedade da Informação e do Conhecimento*: os primeiros dois “saber o quê” (*“know-what”*) e “saber porquê” (*“know-why”*) são componentes da informação, enquanto os dois últimos “saber como” (*“know-how”*) e “saber quem” (*“know-who”*) dizem respeito ao conhecimento tácito e, por conseguinte, são mais difíceis de codificar e de medir (Lundvall e Johnson, 1994). No centro desta *Sociedade da Informação e do Conhecimento* (ou do Novo Paradigma Tecno-Económico, que se abordará no próximo ponto) estão as políticas de ciência e tecnologia de cada país, que são implementadas através de vários programas, os quais consistem em numerosos projectos de investigação e abrangem diversos sectores e aspectos científicos. Deste modo, as políticas científico-tecnológicas nacionais podem contribuir para determinadas funções essenciais tais como a *produção de conhecimento* (o desenvolvimento e o fornecimentos de novos conhecimentos), a *transmissão de conhecimento* (educando e desenvolvendo recursos humanos) e para a *transferência de conhecimento* (disseminando o conhecimento e fornecendo os inputs para a resolução de problemas

Neste contexto, as TIC devem ser entendidas, não como um meio de integrar automaticamente todos os conhecimentos descurando o papel central das qualificações do capital humano, mas sim como canal catalizador da produção, transmissão e transferência de ideias, sob a forma de informação, inovação ou conhecimento, que sustenta e dinamiza toda a *Sociedade da Informação e do Conhecimento*.

Mais uma vez, a ênfase é dada às ideias e à inovação, enquanto elementos chave do desenvolvimento, o que nos remete para o conceito, já abordado de *economia assente no conhecimento* e aponta para uma “nova riqueza das nações” cujos contornos estão definidos por redes electrónicas que impulsionam um mundo em que se exigem novas formas de expressão do trabalho, da produção e do comércio, mais eficazes e mais globais, consubstanciando um novo paradigma sócio-técnico denominado *Sociedade da informação e do Conhecimento*.

3.2.2.2. *As TIC e o surgimento de um Novo Paradigma Tecno-Económico: definições e características*

A tecnologia, nos dias de hoje, está a tornar possível a criação de uma sociedade global. Os desenvolvimentos modernos nas comunicações e nos transportes têm conduzido ao surgimento de “um mundo” em que as diferenças locais continuam a existir mas dentro do contexto de uma cada vez mais alargada cultura global.

Este crescente carácter global resulta, para Dicken (1998), da combinação de dois processos que se inter-relacionam – o processo da globalização e o processo da internacionalização. O autor define internacionalização como o processo que envolve uma simples expansão quantitativa das actividades económicas para além das fronteiras nacionais, e globalização como o processo que envolve uma integração qualitativa funcional de actividades económicas dispersas internacionalmente. Esta crescente integração que constitui uma fonte de oportunidades, na medida em que facilita a difusão da mudança tecnológica, permite que as empresas operem de uma forma mais eficiente e possibilita aos países a exploração mais completa das suas vantagens comparativas.

Em termos práticos, a mudança tecnológica torna a globalização viável e a liberalização permite o seu desenvolvimento. Com efeito, é a dinâmica da mudança tecnológica que torna possível o processo de globalização, a abertura das economias nacionais e a integração de mercados, assumindo pois o papel condutor do crescimento económico e da prosperidade no mundo actual.

Ao mesmo tempo, a globalização está associada com um acentuar da concorrência e da turbulência. As empresas deixam de estar protegidas e isoladas como anteriormente, para passarem a enfrentar a incerteza resultante do rápido desenvolvimento dos produtos e serviços inovadores que podem pôr em risco a sua posição competitiva. Já não é suficiente desenvolver produtos de baixo custo e de elevada qualidade com uma natureza similar para aumentar a sua quota de mercado, mas sim alterar a natureza dos produtos ou serviços, ou até mesmo os conceitos que lhes estão subjacentes.

Durante as últimas décadas, observaram-se mudanças tecnológicas verdadeiramente revolucionárias no domínio das TIC, não apenas em hardware e software, mas igualmente na própria natureza da competição de mercado, de tal forma que, para muitas organizações, a capacidade de inovar, de se adaptar rapidamente às alterações da procura e de responder às oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias pode ser a única vantagem competitiva

sustentada (Daft, 1995). Por conseguinte, tem-se verificado uma nova forma de pensar as organizações, aproximando-as de uma organização de aprendizagem, ou seja, dotando-as de uma atitude ou cultura sobre o que deve ser uma organização e qual deve ser o papel dos empregados nessa organização: *"In the learning organization, everyone is engaged in identifying and solving problems, enabling the organization to continuously experiment, improve and increase its capability...The organization in this way adds value by defining new needs and solving them, which is accomplished more often with ideas and information than with physical products. When physical products are produced, ideas and information still provide the competitive advantage because products are changing to meet new challenging needs in the environment...The world is shifting from machines to ideas"* (Daft, 1995, pp. 490-1).

As competências, as qualificações e a capacidade de uma aprendizagem contínua, bem como a gestão eficaz da força de trabalho de uma organização (seja ela uma nação ou uma empresa), determina largamente a capacidade dessa organização em atrair ou reter elevado valor acrescentado e a sua capacidade de absorver e explorar as novas tecnologias para benefício económico.

Assim sendo, a era actual caracteriza-se por um novo regime económico e tecnológico, que pode ser caracterizado, segundo Gullec (2000) por três elementos fundamentais:

- O surgimento de uma economia assente no conhecimento, com base na acumulação de conhecimentos e no desenvolvimento das TIC, que impulsiona actividades rentáveis e em rápida expansão como a I&D, a inovação tecnológica, a educação superior, a procura e oferta de TIC;
- O processo de globalização, como uma tendência de longo prazo, que ao atingir grandes proporções, tem vindo a mudar muitos aspectos relacionados com a forma como as empresas funcionam, impulsionando a concorrência internacional e a circulação de conhecimentos à escala mundial. A globalização tem impacto sobretudo nas actividades intensivas em conhecimento: na medida em que o desenvolvimento económico amplia o mercado mundial para os bens produzidos com altas tecnologias nas economias desenvolvidas, a globalização reforça a *economia assente no conhecimento*;

- Os processos de privatização e de desregulamentação funcionam como condição institucional e microeconómica para o arranque do Novo Paradigma Tecno-Económico.

Neste contexto, têm sido inúmeras as expressões utilizadas para simbolizar a essência das consequências generalizadas por toda a economia do impacto das TIC, e que estão na base de um Novo Paradigma Tecno-Económico (NPTE) e que se traduzem, por exemplo, numa crescente utilização de informação em formatos digitais e da aplicação da Internet a uma gama alargada de serviços (programação de software, manutenção de páginas da Web, reservas de alojamento e transportes, informação *on-line*, encomendas, publicações, etc.) e de transacções (entrega de música, filmes, documentos, literatura ou software em suporte digital). As expressões seguintes dirigem-se a diferentes características deste fenómeno mas são frequentemente utilizadas como sinónimos: “economia digital” (*“digital economy”*), “economia da informação” (*“information economy”*), “economia assente no conhecimento” (*“knowledge-based economy”*), “economia imaterial” (*“weightless economy”*), “economia virtual” (*“virtual economy”*), “economia da Internet” (*“Internet economy”*), “comércio electrónico” (*“electronic commerce”*), *“e-commerce”*, “e-economia” (*“e-economy”*), “sociedade pós-industrial”, “economia da inovação” (*“innovation economy”*), “economia de rede” (*“network economy”*), ou um termo mais abrangente como “nova economia” (*“new economy”*).

Por exemplo, Kling e Lamb (2000) sugerem o uso da expressão *“information economy”* quando se pretende incluir todos os bens e serviços informacionais como a publicação, a pesquisa, serviços legais, entretenimento e ensino sob todas as formas, enquanto a expressão *“digital economy”* deve ser utilizada para reportar-se aos bens e serviços cujo desenvolvimento, produção, venda ou provisão, esteja fortemente dependente das tecnologias digitais. Além disso, o termo *“new economy”* está, para os autores, associado às possíveis consequências da “economia da informação” e da “economia digital”, nomeadamente através de crescimento elevado, baixa inflação e baixo desemprego.

Para Cohen, Delong e Zysman (2000) a *“e-economy”* procura retratar, para além das alterações de tecnologia, as mudanças na organização empresarial, nas estruturas de mercado, nas regulamentações governamentais, na experiência humana decorrentes das transformações estruturais e dos desenvolvimentos que se fizeram sentir com a emergência das TIC e que implicaram rupturas e mudança. Para os autores, a *“e-economy”* aponta para o facto das transformações económicas actuais serem conduzidas pelo desenvolvimento e difusão de modernas TIC baseadas na electrónica., dando ênfase ao facto da mudança actual

corresponder a uma mudança estrutural e não a fenómeno cíclico. Meijers (1999), por seu turno define a “*network economy*” como uma economia em que se verificam externalidades de rede, pelo que, para além de se verificarem aumentos da concorrência, podem ocorrer reduções dos custos de transacção, com o valor da rede a aumentar exponencialmente com a respectiva dimensão (Lei de Metcalfe⁹⁸).

Contudo, em muitos artigos, o termo “nova economia” possui um conceito mais alargado incluindo as características da “economia da informação” e da “economia da Internet” como subconjuntos, e é utilizado para descrever uma economia em que, quer o output final quer os inputs intermédios consistem predominantemente em informação e onde as modernas (digitais) tecnologias de informação e comunicação fornecem o acesso generalizado a praticamente toda a informação disponível. Estas novas tecnologias podem ter o potencial de originar aumentos de produtividade nas práticas de negócio convencionais, mas igualmente de facilitar o estabelecimento de novos processos e produtos. Consequentemente, a evolução da “nova economia” deve ser considerada de forma restrita, e portanto confinada a um determinado sector, mas sim como um processo de grande alcance que pode alterar a extensão dos produtos e dos processos de produção por toda a economia.

Esta descrição do termo “nova economia” não implica necessariamente taxas de crescimento acima da média das décadas passadas para toda a economia. De facto, várias dúvidas sobre a sustentabilidade das taxas de crescimento superiores, foram levantadas por exemplo por Gordon (2000), que aborda de uma forma crítica o potencial de ganhos de produtividade dentro da “nova economia”. Para além disso, Gundlach (2001) questiona a utilidade de medidas residuais do crescimento da produtividade total dos factores para deduzir a existência de trajectórias de crescimento mais elevadas, defendendo que com a falência de várias empresas da “nova economia” (“*dot-coms*”) durante o ano 2000 e com o abrandamento da economia americana em 2001, tornar-se-á mais difusa uma avaliação mais realista das mudanças introduzidas pela “nova economia”. Gordon define a “nova economia” meramente como: “*the mid-1990s acceleration in the rate of price decline in computer hardware, software, and telephone services, the corollary of an acceleration of the exponential growth rate of computer power and telecommunications capability, and the wildfire speed of development of the Internet*” (Gordon, 2000, p.2), ou seja, a “nova economia” é vista como um equivalente da aceleração

⁹⁸ A Lei de Metcalfe afirma que o valor de uma rede depende do número de consumidores (n), tal que: $V(n) = n * (n - 1) = n^2 - n \approx n^2$ para grandes valores de n .

da taxa de avanço técnico em TIC na segunda metade da década de 90, sem tomar em consideração as suas contribuições anteriores a 1995.

Já para Nordhaus (2000), os sectores da “nova economia” contêm as máquinas, o equipamento eléctrico, telefone e telégrafo e software, sendo indústrias que contribuíram significativamente para o crescimento generalizado da produtividade em toda a economia. Por seu turno, Fraumeni e Landefeld (2000) identificam várias forças condutoras da “nova economia”, tais como o impacto da globalização, a intensificação da concorrência internacional e, de forma mais importante, o impacto da inovação tecnológica durante as duas últimas décadas que parece apresentar resultados a partir da segunda metade da década de 90.

Davies et al. (2000) descrevem a “nova economia” como um novo paradigma resultante da melhoria do desempenho da economia dos EUA nos anos recentes, cujas forças condutoras passam pela globalização, mudanças estruturais e progresso técnico. Davies et al. (2000) identificam, ainda, três características da “nova economia”: (i) maior estabilidade dos PIB e dos preços, (ii) uma queda potencial na NAIRU e (iii) um possível ganho no crescimento da produtividade de longo prazo.

Atkinson e Court (1998) apresentam uma definição ainda mais geral para a “nova economia”, ao referirem-se a um conjunto de mudanças quantitativas e qualitativas que ocorreram nos últimos 15 anos e que transformaram a estrutura, a função e as regras da economia dos EUA. Os autores observam uma transformação para uma economia assente nas ideias e no conhecimento, em que as ideias inovadoras e a tecnologia são as chaves do crescimento económico, apresentando como normas deste tipo de economia o risco, a incerteza e a mudança.

Para Bosworth e Triplett (2000) a “nova economia” congrega tecnologias de informação (nomeadamente computadores, periféricos, software), comunicações e outro equipamento relacionado, explicando que a difusão destas novas tecnologias é evidente no lado da procura da economia (podendo ser constatado pelo *boom* nos gastos em consumo e no investimento empresarial), onde uma proporção muito significativa do crescimento é explicada pelo aumento das despesas e investimentos em TIC. Não obstante, para os autores, a difusão destas tecnologias também é aparente do lado da oferta, manifestada no aumento da produtividade e na baixa taxa de inflação. Bosworth e Triplett (2000) encaram

as TIC como um acelerador da taxa de tendência da economia e do crescimento da produtividade.

Como se pôde constatar, existe uma parafernália de expressões que procuram ilustrar o impacto que as TIC têm tido na actividade económica, as quais utilizam por vezes conceitos muito centrados num ou noutro aspecto e portanto limitativos, ou então, no caso da expressão “nova economia” conceitos mais vastos e mais consentâneos com a realidade que se pretende expressar, mas que não são uniformes nem estão estabilizados sob a égide de uma única expressão, já que fazem recurso a vários subconjuntos distintos. Por conseguinte, optou-se por eleger uma nova expressão – Novo Paradigma Tecno-Económico (NPTE) – que procura agregar vários pontos em comum relativos aos termos e definições apresentadas, tomando como base o conceito mais lato de “nova economia” para desenvolver um complexo conceptual suficientemente alargado que capte, de igual modo, alguns aspectos apenas afluídos nos subconjuntos apresentados.

Assim sendo, define-se o NPTE como a tradução prática de um processo de difusão e disseminação das novas TIC, inicializado à cerca de duas décadas, que, coadjuvado por um processo transversal de globalização das actividades económicas e pela intensificação da concorrência internacional, se caracteriza, actualmente, por uma utilização extensiva de tecnologias e formatos digitais, por um acesso cada vez mais generalizado à informação e ao conhecimento, e por uma lógica de trabalho em rede, acarretando, por isso, implicações de natureza estrutural, organizacional e humana. Este processo de grande alcance tem a capacidade de alterar as práticas de negócio convencionais e de estimular o aparecimento de novos processos e produtos por toda a economia, com consequências, mais ou menos imediatas ao nível da produtividade, assumindo-se por isso como um paradigma de mudanças quantitativas e qualitativas directamente derivadas da primazia conferida às ideias inovadoras, à tecnologia e ao conhecimento, enquanto catalizadores do crescimento económico. O NPTE contempla ainda o impacto das TIC no lado da procura, traduzido nas diferenças dos padrões e hábitos de consumo indivíduos e famílias, e da composição das despesas de investimento das empresas e instituições, assistindo-se à emergência de uma economia cada vez mais “puxada pelo mercado”.

Com efeito, as mudanças que actualmente ocorrem emitem ondas de choque para toda a economia através dos mercados de media e comunicações, causando grande incerteza entre os participantes do mercado e introduzindo novas concepções de tempo (por exemplo, os modelos de estratégia perdem continuamente validade, o ciclo de vida dos produtos é cada

vez mais reduzido) e de espaço. Estas alterações ditam o dinamismo da era da informação e do conhecimento e assumem os contornos mais evidentes na digitalização, no crescente significado conferido à informação como input da produção, na convergência das indústrias de telecomunicações, media e tecnologias de informação⁹⁹. Para além destas, a explosão do desempenho das TIC e os padrões prevaletentes de software da Internet, têm conduzido a uma progressiva interligação de infraestruturas em rede, quer dentro quer fora dos sectores das comunicações e dos media, dando corpo a uma verdadeira “*network economy*” e, acima de tudo, a uma nova estrutura económica.

No cerne desta mudança está, como se depreende, o aumento de capacidade das TIC graças, essencialmente, à tecnologia digital que, por um lado, permite uma expansão considerável do desempenho alcançado por uma empresa ou um economia nacional e, por outro lado, com a contínua miniaturização e standardização dos componentes de informação e comunicação, tem levado à abertura de novas áreas de aplicabilidade da microelectrónica em praticamente todos os ramos de indústria. Estes desenvolvimentos significam uma utilização mais eficaz e eficiente do potencial tecnológico disponível e, deste modo, uma transformação substancial das actividades económicas de quase todas as economias industrializadas. Não obstante, só quando estes avanços tecnológicos foram devidamente combinados e interligados com o crescimento explosivo da Internet é que se passou a falar de uma economia com lógica de rede, com a formação de um mercado electrónico, em que a informação se assume como a moeda mais importante, e onde se prestam serviços de telecomunicações e media a todas as formas imagináveis de comércio electrónico.

Como se tem procurado demonstrar ao longo desta dissertação, a tecnologia constitui um impulso essencial para o desenvolvimento económico e, no caso concreto da época actual, os avanços nas TIC, e a veloz disseminação das inovações tecnológicas nestas áreas, impeliram o surgimento de um NPTE, ao transformarem o *modus operandis* das actividades económicas. Como características mais notáveis destas alterações tecnológicas são possíveis eleger os seguintes factores:

⁹⁹ Hoje em dia, é já possível utilizar tecnologias de comunicação para estabelecer ligações entre redes telefónicas, sistemas de *voice mail*, redes sem fios (telefonía móvel, WAP), *Palmtops*, *set-up boxes*, rádios, televisões, carros, aviões, etc. Para além disso, existem redes de cabo, electricidade, de satélite globais, e redes lógicas e de serviços de comunicação, que possibilitam contactos ocasionais e permanentes, reduzindo assim as restrições de tempo e espaço no acesso à informação.

- *Digitalização.* É a tecnologia que está subjacente a todas estas mudanças. A conversão da informação em unidades digitais (“bits”, expressos em 0 e 1) significou que a informação podia ser assimilada e aplicada por processadores, e transportada por redes, com os custos a não estarem constrangidos pela distância. Para além disso, os custos marginais de produção de “bits” adicionais são aproximadamente nulos¹⁰⁰;
- *Aumento da eficiência em custos.* Relaciona-se numa primeira instância com a Lei de Moore, a qual descreve um crescimento exponencial nas capacidades de processamento dos computadores, prevendo que as mesmas dupliquem em intervalos regulares de dezoito meses. Como resultado, estes aumentos de potência dos computadores foram acompanhados por uma diminuição dos preços, produzindo uma maior eficiência em custos com a aplicação das TIC. Esta disponibilidade de computadores de alta capacidade a baixos custos conduziu também a um alargamento das áreas da microelectrónica com resultados evidentes por todas as indústrias e, por outro lado, à presença de microprocessadores baratos em quase todos os bens de consumo mais complexos e também em alguns simples (como é o caso dos brinquedos de crianças)¹⁰¹;
- *Miniaturização.* A força condutora do processo de miniaturização tem sido a crescente intensidade da integração de microprocessadores, isto é, o número crescente de transístores contido num “chip”¹⁰². A consequência desta miniaturização dos componentes de informação e comunicação é uma redução contínua na energia e no material necessários para a sua utilização, o que abre um leque de possibilidades em termos de organização espacial e, por seu, turno, à uma flexibilidade virtualmente ilimitada nos serviços de informação e comunicação;

¹⁰⁰ Nicholas Negroponte descreve os “bits” da seguinte forma: “They do not require any storage space. They can be sold and yet at the same time kept. The original and the copy cannot be distinguished. They cannot be stopped at customs borders or any other sort of border. Governments cannot tell where they are currently hanging out. Authorities find it impossible to impose appropriate legal controls on them. The marketplace for bits is global” (Downes e Mui, 1998, p. 10)

¹⁰¹ O processamento e a capacidade de transmissão tem vindo a tornar-se um bem barato e disponível em toda a parte (European Communication Council, 2000). Ainda segundo o European Communication Council (2000), um telefone móvel em 1998, por exemplo, possui mais capacidade de processamento que os computadores da NASA que operavam na aterragem na Lua à cerca de 30 anos, e um PC, também de 1998, podia ter controlado toda a missão de Apolo.

¹⁰² Segundo Madden (1998), o primeiro processador da Intel, em 1971, continha 2300 transístores, o processador Pentium II introduzido no mercado em 1997 tem espaço para 7,5 milhões de transístores. Ou seja, o número de transístores num chip aumentou 3260 vezes em 26 anos.

- *Estandarização.* É uma das pré-condições indispensáveis ao potencial das TIC, uma vez que permite às indústrias, mesmo aquelas com uma cadeia de valor muito fragmentada, consideráveis possibilidades de combinação, algo que beneficia não só os diversos fornecedores como também os consumidores. Em termos de negócio, a estandarização é particularmente importante uma vez que assegura a compatibilidade dos vários subsistemas, racionaliza a aprendizagem necessária e, acima de tudo, permite planear com mais segurança os investimentos futuros¹⁰³.

Estes avanços nas TIC constituem, de facto, um dos pré-requisitos fundamentais para o desenvolvimento de uma economia com lógica de rede, mas, o seu potencial tecnológico só foi totalmente explorado com o arranque da Internet em 1993¹⁰⁴, que deixou de ser uma rede de computadores com aplicações como a transferência de ficheiros ou as ligações entre terminais, para se assumir como uma rede integrada rica em aplicações multimédia¹⁰⁵.

O aumento do número de utilizadores que resultou da maior atractividade da WWW acarretou, por seu turno, um aumento das ligações com outras redes. Uma vez que a Internet era utilizada pelos utilizadores privados, primeiramente, para aceder a informação, pareceu representar uma nova forma de *mass media*, colocando assim sérias ameaças aos media estabelecidos, já para não falar da velocidade da sua difusão¹⁰⁶ do lado da procura, que pode ser considerada um força motora do crescimento da própria Internet.

¹⁰³ Em questão estão aspectos que ganham uma aceitação geral quer através de processos de selecção baseados no mercado (como foi o caso do sistema operativo dos computadores pessoais) ou, ocasionalmente através de actividades de associações ou coperações, como foi o caso do GSM nas comunicações móveis (European Communication Council, 2000).

¹⁰⁴ A Internet foi um produto de um projecto de investigação militar do governo dos EUA que começou em 1969 (ARMA). Até ao início da década de 80 era sobretudo utilizada para fins académicos e levou uma existência praticamente despercebida. Apenas com a construção de uma rede (NSFNET), entre 1983 e 1986, é que grande parte das universidades norte americanas conseguiram ligar-se umas com as outras com base num protocolo de transmissão unificado TCP/IP, que originou um aumento do número de utilizadores. E, durante muito tempo, a rede mundial de computadores serviu apenas para a comunicação entre instituições académicas e outros estabelecimentos de investigação, até ao desenvolvimento de um interface gráfico para os utilizadores da World Wide Web e um software de browser entre 1989 e 1993, que representou o marco do surgimento de aplicações comerciais.

¹⁰⁵ As mudanças no uso da Internet tornaram este processo claro. Até 1993 a Internet, serviços como File Transfer Protocol (FTP), Gopher, Telnet e Usenet eram predominantes, mas após a introdução da WWW sofreram uma clara perda de significância, com o uso maioritário da Internet a ser efectuado, actualmente, pela WWW, nomeadamente para comunicações electrónicas como o correio electrónico.

¹⁰⁶ A Internet atingiu os 50 milhões de utilizadores nos EUA em 5 anos, enquanto a televisão demorou 13 anos e a rádio 38. Também na Europa, estas tendências de difusão são claras com o número de utilizadores de Internet a duplicar de dois em dois anos: de 12,3 milhões em 1995, para 23,9 milhões em 1997 e para 42,7 milhões em Junho de 1999 (European Communication Council, 2000).

Do lado da oferta, a reacção reflecte-se no número cada vez maior de “hosts”¹⁰⁷, que abrangem as mais diversas ofertas, desde informação a entretenimento. Este alargamento da oferta de possibilidades tem contribuído não só para manter os utilizadores actuais mas também para tornar a Internet significativamente mais atractiva para potenciais novos utilizadores, com esta interacção positiva entre fornecedores e consumidores a basear-se em efeitos de rede e em retornos positivos.

A razão principal para esta rápida difusão da Internet prende-se com o valor acrescentado que esta oferece, por comparação com as ofertas tradicionais, o qual pode ser atribuído a quatro factores:

- *Interactividade/Individualização.* A interactividade permite a individualização do conteúdo e, por conseguinte, fornece ao utilizador um maior valor acrescentado. Com ofertas assentes no conteúdo, em particular, a interactividade pode aumentar as possibilidades de individualizar a comunicação em massa, sendo um facto que esta “*mass customisation*” trás vantagens para os fornecedores e para os consumidores: através da modularização do conteúdo, os fornecedores conseguem oferecer informação individualizada a um preço relativamente diminuto e com um elevado valor acrescentado. Por outro lado, a partir de uma selecção pré-configurada de fornecedores de informação (tais como agências de notícias ou fornecedores de conteúdos especiais), os utilizadores conseguem reunir uma oferta personalizada de informação;
- *Imediatex do acesso.* Esta característica significa que a informação desejada pode ser obtida em tempo real, sem restrições de tempo ou espaço, pelo que as ofertas da Internet são assim caracterizadas por um elevado valor da informação. Uma vez que a informação da WWW está representada em HTML (Hypertext Markup Language), existe uma estrutura hierárquica descentralizada, em que as hiperligações facilitam o acesso instantâneo a informação mais completa e detalhada. Para além disso, graças ao formato digital dos dados, a informação pode ser processada, aplicada e armazenada;
- *Queda dos custos de transacção.* Esta é de facto outra vantagem que a Internet oferece. Quer seja um estudante português que despenda meia hora à procura de literatura

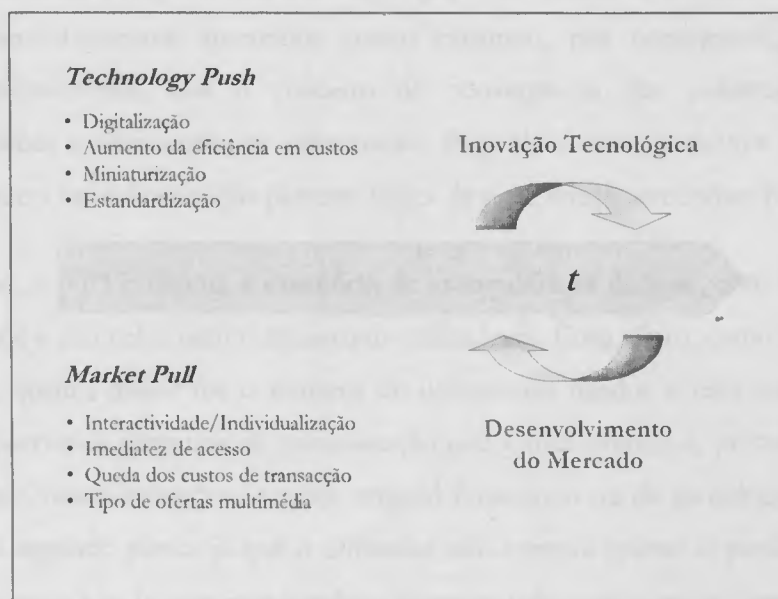
¹⁰⁷ De acordo com a Network Wizards (www.nw.com): “hosts are computer systems connected with an IP address as a domain name, like” www.yahoo.com”.

na Biblioteca do Congresso Americano em Washington, quer se tratem de planos de construção complexos que estejam a ser enviados da Índia para Hong-Kong, os detalhes são pouco importantes, enquanto que na economia “real”, estas transacções implicariam custos muitíssimo elevados. O correio electrónico, em particular, foi a primeira aplicação a adquirir uma aceitação generalizada entre os utilizadores devido à oportunidade de baixos custos e de alta velocidade que representa para a comunicação global;

- *Tipo de ofertas multimédia.* Com efeito a Internet oferece muitos formatos multimédia diferentes – áudio, vídeo, texto, imagem, gráficos. Até agora o potencial multimédia da Internet tem sido limitado pelas suas baixas capacidades de transmissão para a reprodução de filmes, comparativamente com a televisão.

Em suma, estes quatro factores são responsáveis pelo elevado valor acrescentado que a Internet oferece aos consumidores, com a atractividade dos mesmo a explicar a rápida difusão e a indiciar a perduração deste crescimento dinâmico. Se for feita uma justaposição entre estas características do lado do utilizador e as tendências do lado da tecnologia, obtém-se a seguinte figura:

FIGURA 6
“TECHNOLOGY PUSH” VERSUS “MARKET PULL”



Fonte: Adaptado de European Communication Council (2000)

Como se pode constatar pela observação da figura, o aumento substancial de capacidade do lado da tecnologia, é coadjuvado por determinados factores que levam a uma rápida difusão e adaptação das tecnologias e das suas novas aplicações. Esta interacção entre o “empurrão da tecnologia” e o “puxão do mercado” que se reforçam mutuamente foi responsável pelo desenvolvimento explosivo registado pela Internet, dando origem a um novo mercado caracterizado não só por uma individualização da comunicação em massa mas também pelas mais diversas formas de comércio electrónico.

A emergência desta nova infraestrutura origina mudanças nas vendas existentes e nas estruturas de comércio, mas também tem consequências que são, numa primeira instância, de natureza económica (surgimento de um NPTE). Com efeito, um novo modelo de mercado acarreta todo um conjunto de novas regras, aplicáveis especialmente às empresas dos sectores das TIC. As estruturas de custos, os tipos de receitas e as estruturas das cadeias de valor estão igualmente sujeitas a transformações radicais, pelo que um conhecimento destas novas condições de mercado é absolutamente indispensável para as empresas que desejam conceber e implementar estratégias eficazes.

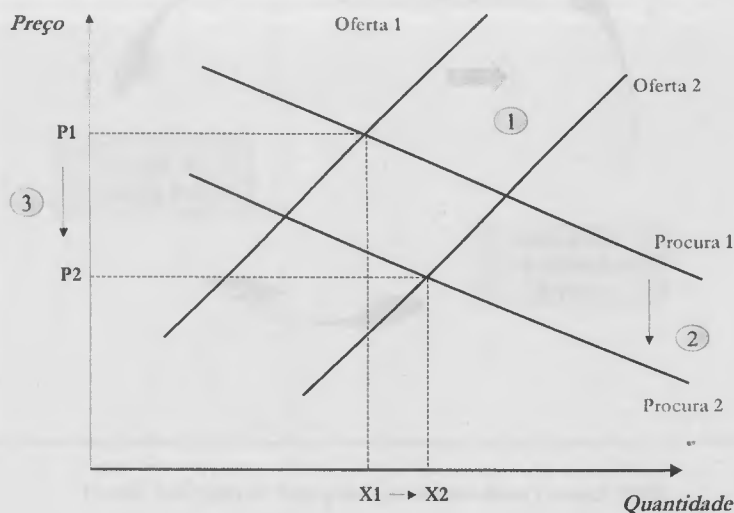
Os efeitos de rede, em geral, não são uma novidade, já que, por exemplo, os sectores dos *media* e comunicações são mercados tradicionais que se caracterizam por trabalhos em rede intra-sectoriais. Não obstante, a significância dos efeitos de rede e as suas ramificações futuras aumentaram abruptamente, à medida que a sua esfera de influências se expandiu com os desenvolvimentos apontados supra, existindo, por conseguinte, actualmente, trabalhos intersectoriais, sob o conceito de convergência das indústrias de *media*, telecomunicações e tecnologias de informação. Para além disso, cada vez mais áreas da economia estão a ser influenciadas por esta lógica de rede, configurando um NPTE.

Neste sentido, o NPTE denota a existência de externalidades de rede, com o valor de um serviço de rede a aumentar com o número de utilizadores. Com efeito, como se viu pela Lei de Metcalfe, quanto maior for o número de utilizadores ligados a uma rede, maior é o número de potenciais parceiros de comunicação que a rede oferece e, portanto, maior é o valor da rede. Nestes mercados, o valor original do serviço ou da tecnologia subjacente é colocado em segundo plano, já que o utilizador não compra apenas o produto físico mas também o acesso à rede que esse produto fornece, pelo que o valor derivado, isto é, a dimensão da rede, eclipsa o valor genérico do produto como o critério decisivo da compra. As propriedades funcionais do produto são, deste modo, uma condição necessária mas já não suficiente para a compra de um bem de rede.

Não obstante, também se verificam alguns efeitos indirectos relativos a esta perspectiva de rede e que se prendem, fundamentalmente, com a relação de dependência entre utilidade potencial de um produto (e, portanto, com o seu valor) e disponibilidade de serviços complementares. Quanto mais pessoas optarem por uma determinada arquitectura de sistemas, e ao fazerem-nos juntaram-se à “rede virtual”, maiores serão os esforços que os fornecedores de produtos complementares levarão a cabo para desenvolver produtos específicos para aquele sistema, pelo que, deste modo, a dimensão da rede virtual influencia a disponibilidade de serviços complementares.

Em mercados com efeitos de rede, as leis clássicas da economia não se aplicam muitas vezes. De acordo com a perspectiva económica tradicional, a crescente disponibilidade de um bem implica uma diminuição do valor individual desse bem (efeito negativo), pelo que os bens mais raros tendem a ser encarados como particularmente valiosos enquanto os produtos de massa perdem valor, dado que o valor do bem baseia-se na respectiva escassez (ver figura infra).

FIGURA 7
RETORNO NEGATIVO (SEGUNDO A VISÃO TRADICIONAL DA ECONOMIA)



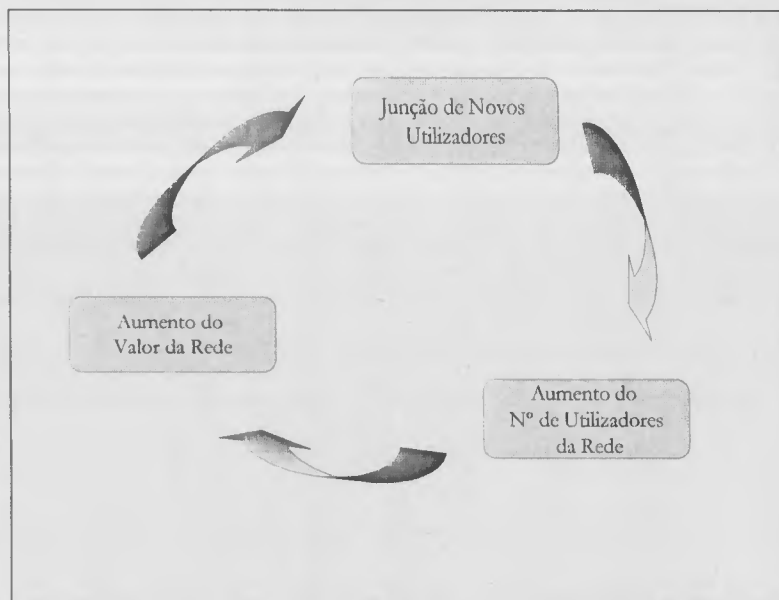
Fonte: Adaptado de European Communication Council (2000)

Neste contexto, uma expansão da oferta é representada por uma deslocação para a direita e para baixo da curva de oferta, o que por sua vez origina uma diminuição do valor do bem do lado da procura, com esta curva a desloca-se para a esquerda e para baixo. Estas duas deslocações produzem um novo preço de equilíbrio (P2) inferior ao anterior (P1) e a um

aumento da quantidade procurada ($X_2 > X_1$), pelo que o aumento da oferta deu origem a um decréscimo do valor do bem individual no mercado.

Num contexto de rede que sustenta o NPTE, esta correlação deixa de se aplicar, uma vez que os efeitos de rede ditam, em detrimento, que a crescente disponibilidade faz com que o valor de um bem particular aumente, transformando o que anteriormente era tido como um retorno negativo num retorno positivo. De facto no NPTE a quantidade supera a escassez como uma fonte de valor, e o retorno positivo, muitas vezes referido como “rendimentos crescentes”, resultante dos efeitos directos e indirectos mencionados acima, assume-se como uma característica dominante das regras dos novos mercados. Assim, dada a existência de efeitos de rede, quanto maiores forem as redes, maior é a sua atractividade, o que induz mais utilizadores a se juntarem, gerando ainda mais efeitos directos e indirectos, gerando uma espécie de ciclo dos retornos positivos (ver figura infra).

FIGURA 8
O CICLOS DOS RETORNOS POSITIVOS



Fonte: Adaptado de European Communication Council (2000)

Em suma, o desenvolvimento das TIC tem-se feito sentir por toda a economia e ganhou uma outra dimensão como o surgimento do potencial actual da Internet, traduzindo-se em alterações dos modelos de negócio e no carácter mais interventivo da procura no funcionamento do mercado, originando uma transformação estrutural para uma sociedade das comunicações, da informação, das tecnologias e do conhecimento. Na prática, todas as empresas reagem aos avanços tecnológicos em matéria de informação e procuram integrá-

los nos seus processos organizacionais e de negócio, caminhando crescentemente para uma lógica de rede de onde sobressaem inúmeras externalidades, que devidamente aproveitadas, podem significar incentivos inovadores e acesso a conhecimentos inacessíveis de outra forma. Neste NPTE de natureza internacional, baseado em relações, informação e ideias imateriais, e numa interconectividade sem precedentes, a comunicação entre os participantes é o fio condutor do desenvolvimento e a digitalização e o trabalho em rede são os aceleradores das possibilidades de interação e de troca de informação sendo por isso determinantes para o crescimento económico como um todo. Assim sendo, este NPTE coloca a tónica na capacidade de adaptação à mudança tecnológica e na influência das preferências dos consumidores, tornando o acesso à informação uma condição de sucesso e o conhecimento um factor de sucesso. As TIC são um instrumento indispensável neste processo.

4. MODELIZAÇÃO DO IMPACTO DAS TIC NO CRESCIMENTO ECONÓMICO: PREMISSAS TEÓRICAS E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

4.1. O PAPEL DAS TIC ENQUANTO MOTOR DE CRESCIMENTO ECONÓMICO E CATALIZADOR DE UMA ECONOMIA DO CONHECIMENTO

Neste ponto procura-se analisar em que medida os montantes avultados de investimento em tecnologias de informação realizados nos últimos anos têm contribuído para o aparecimento de mudanças estruturais capazes de alterar os perfis de crescimento dos países. Estas mudanças podem passar por alterações no emprego (procura de trabalhadores especializados em TIC), no peso relativo dos sectores (maior peso dos serviços), na prioridade de afectação de investimentos (maior percentagem de despesas afectas a actividades de inovação e de I&D), na melhoria da produtividade das empresas (de sectores “novos” e tradicionais, desde que devidamente acompanhados por um reforço de competências e por novos modos de organização do trabalho) e reflectem-se, no essencial, num melhor desempenho global das economias de determinados países relativamente a outros.

As tecnologias de informação e comunicação, para além dos materiais e lógicas informáticas que lhes estão subjacentes (hardware e software), parecem ter efeitos positivos subtis no desenvolvimento económico de um determinado país, como por exemplo a constituição de redes de cooperação entre fornecedores e um alargamento das escolhas de oferta aos consumidores, graças fundamentalmente ao papel da Internet.

Estas tecnologias, simbolizadas pelos chips de memória, computadores, Internet, telemóveis e alimentadas pela desregulamentação e pela globalização, contribuirão para a redução acentuada dos custos de armazenamento, processamento e de comunicação da informação, e, por conseguinte, alteraram o modo como os mercados, as empresas e as pessoas trabalham, conduzindo a novas estratégias de negócio e a novas formas de organização, renovando, no fundo, o funcionamento de toda a economia.

Por seu turno, a velocidade da mudança faz-se sentir de modo cada vez mais acentuado, e por isso incontornável, quer para empresas quer para as sociedades. As empresas que forem mais lentas no processo de adopção passarão por grandes dificuldades e as sociedades que

não se adaptarem às novas tecnologias, verão diminuídos os seus padrões de vida, sob pena de, ambas, desaproveitarem novas oportunidades.

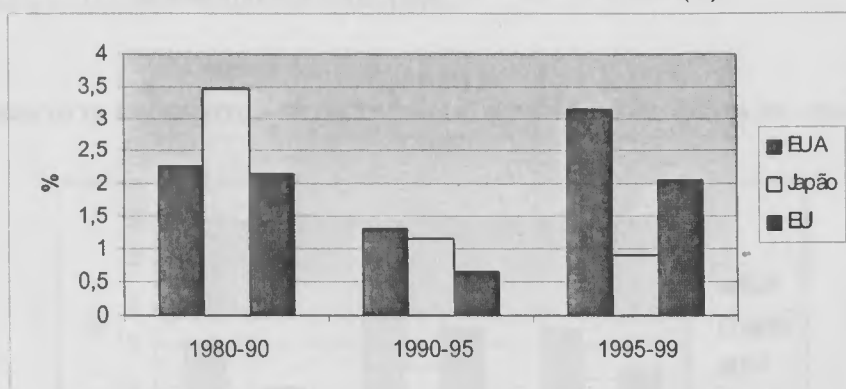
4.1.1. O Novo Paradigma Tecno-Económico

O termo “nova economia”, como vimos, está associado à emergência de novas tecnologias de informação e comunicação (quer sejam utilizadas por “novos” agentes económicos quer pelos agentes da “velha economia”), que permitem às pessoas, empresas e instituições desenvolver novas actividades e/ou fazer as actividades tradicionais de maneira melhor e inovadora.

Desde 1991 que a economia dos EUA registou um dos seus períodos mais longos de desenvolvimento sustentável da sua história, em termos de níveis de vida e de emprego, com a aceleração do crescimento económico a partir de 1995. E nem mesmo, o recente abrandamento não retira evidência às mudanças fundamentais que ocorreram na economia.

De facto, o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias de informação e comunicação e respectivas mudanças estruturais, conduziram a melhorias substanciais na produtividade, no produto e no emprego, sem inflação, o que, para alguns, pode indiciar a raiz de um novo paradigma económico.

GRÁFICO 16
CRESCIMENTO DO PIB PER CAPITA DESDE 1980 (%)



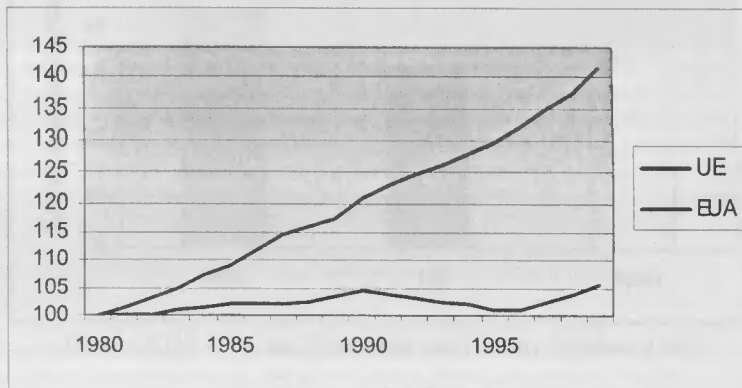
Fonte: OCDE – Economic Outlook 2001

Desde 1995, que os níveis de vida dos EUA aumentaram mais rapidamente que na União Europeia e no Japão. O motor deste crescimento tem sido o sector empresarial norte-americano, onde o produto cresceu a uma taxa muito mais rápida do que na primeira metade da década de 90 e também nos anos 80. A taxa de crescimento do sector empresarial

européu ficou aquém da norte americana, só obtendo os níveis dos anos 80 na segunda metade da década de 90.

Nas últimas duas décadas, o total do emprego aumentou duas vezes mais rapidamente nos EUA do que na UE, o que está intimamente ligado com a criação de empregos no sector empresarial, cujo nível de emprego aumentou mais de 40% nos últimos vinte anos comparativamente a 5% na Europa.

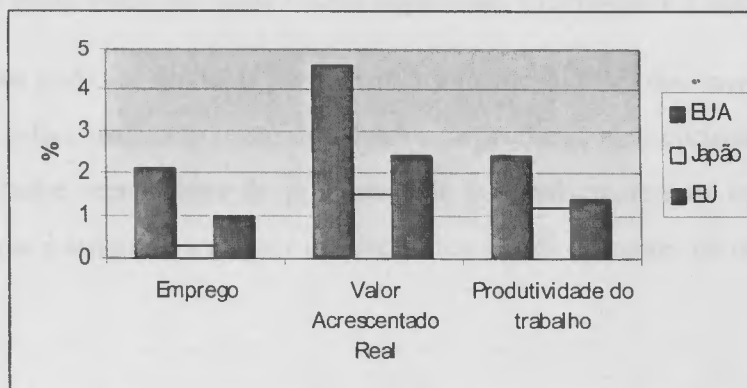
GRÁFICO 17
CRESCIMENTO DO EMPREGO NO SECTOR EMPRESARIAL



Fonte: OCDE – Economic Outlook 2001

Uma maior percentagem da população dos EUA trabalha, em média, mais horas e produz mais produto por hora e, por conseguinte, os residentes desfrutam de um poder de compra 50% superior ao dos seus homólogos europeus.

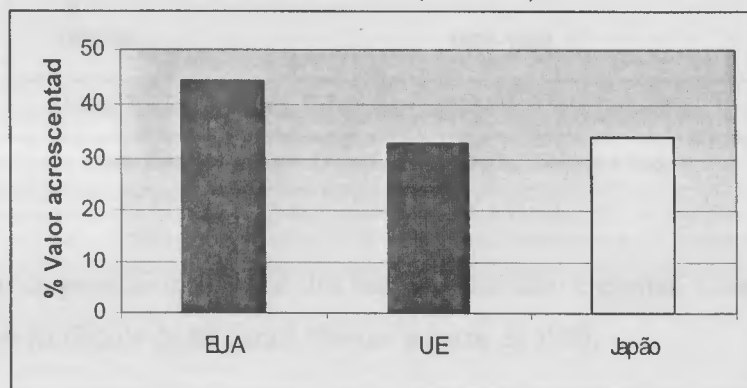
GRÁFICO 18
CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO (1995-99) – TAXA MÉDIA DE CRESCIMENTO ANUAL



Fonte: OCDE – Economic Outlook 2001

Os factores demográficos também possuem uma importante quota-parte nestes processos, principalmente no que se relaciona com o rápido crescimento da população. Embora o desemprego tenha diminuído na UE desde 1998, a taxa de emprego não tem aumentado e a população europeia está envelhecida, o que coloca um peso na população activa nos sistemas de segurança social, ameaçando a sua sustentabilidade.

GRÁFICO 19
PERCENTAGEM DOS SECTORES INTENSIVOS EM CONHECIMENTO¹⁰⁸ NO TOTAL DO VALOR
ACRESCENTADO (1995-1999)



Fonte: OCDE – Science, Technology and Industry Scoreboard 2001

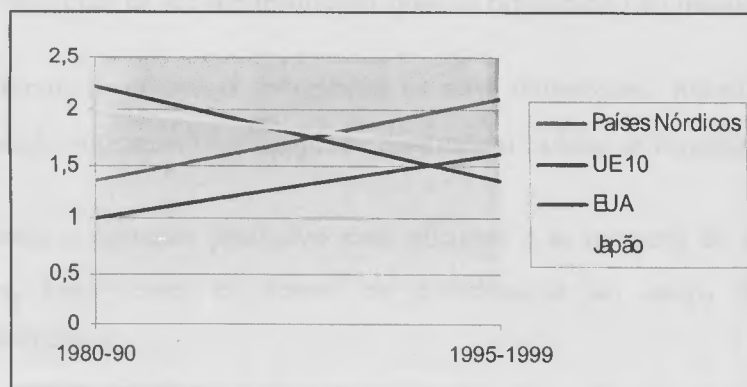
Um dos aspectos que explica o rápido crescimento do rendimento *per capita* nos EUA diz respeito ao aumento da contribuição dos sectores intensivos em conhecimento para o total do PIB, constituindo cerca de 44% do PIB nos EUA relativamente aos 33% na Europa.

A mudança em direcção a um produto com valor mais elevado e assente no conhecimento é ilustrada pela crescente importância das empresas de TIC. Se em 1997, apenas 5 empresas das 25 maiores com maior valor eram empresas de TIC, em 2000, já eram 15 nas 25 empresas com maior valor, das quais 7 eram americanas, 4 europeias e 3 japonesas.

Outra razão que pode ser apontada para a mais acentuada taxa de crescimento da economia dos EUA está relacionada com o uso de métodos de produção mais eficientes, já que destes resulta num maior crescimento da produtividade factorial em termos totais, ou seja, o crescimento que é atribuído à melhor utilização dos stocks existentes de capital e força de trabalho.

¹⁰⁸ A OCDE considera intensivos em conhecimento: indústrias de alta tecnologia + indústrias de média e alta tecnologia + serviços de comunicação + empresas financeiras, de seguros e outras empresas de serviços + serviços comunitários e sociais

GRÁFICO 20
EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE FACTORIAL TOTAL



Fonte: OCDE – Science, Technology and Industry Scoreboard 2001

Nota: Países nórdicos – Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suécia

O crescimento da produtividade total dos factores (trabalho e capital) aumentou nos EUA de 1,1% ao ano na década de 80 para 1,6% ano a partir de 1995.

Nos anos mais recentes, no Japão e na maior parte dos países da UE, o cenário é totalmente distinto, já que o crescimento da produtividade total dos factores (trabalho e capital) inclusive diminui. As reformas estruturais têm sido insuficientes para permitir às novas tecnologias aumentar essa produtividade na Europa à semelhança dos EUA.

Os países nórdicos – Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suécia, são a excepção a esta regra. Estas pequenas economias abertas foram muito rápidas em desregulamentar os mercados chave, particularmente a infra-estrutura de TIC e em beneficiar das novas oportunidades oferecidas por estas novas tecnologias.

4.1.2. As TIC e o desenvolvimento económico

As tecnologias de informação e comunicação são o elemento principal que está a transformar as actividades por toda a economia, tendo já originado importantes impactos económicos, nomeadamente:

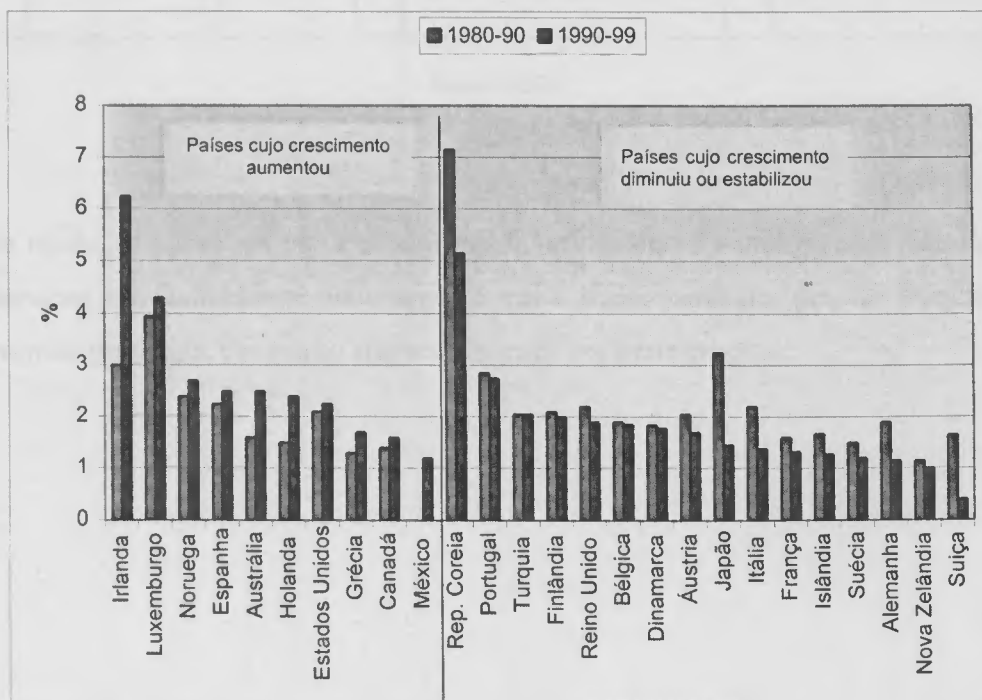
- contribuíram para o acelerar do crescimento do produto de vários países da OCDE nos últimos anos;

- despoletaram novas formas de concorrência e foram o catalizador da mudança nas empresas, quer na sua reestruturação, quer na organização do trabalho;
- permitiram às empresas reorganizar as suas transacções, reduzir os custos de transacção rotineiros e racionalizar e reestruturar cadeias de fornecimentos.;
- tornaram o processo produtivo mais eficiente e as margens de exploração mais baixas, bem como os custos de coordenação ao longo das cadeias de fornecimentos;
- contribuíram para uma crescente integração do design com a produção e da inovação nos serviços, à medida em que se assiste a uma difusão de redes geradoras de valor entre produtores e consumidores.

4.1.2.1. *Novos padrões de crescimento económico*

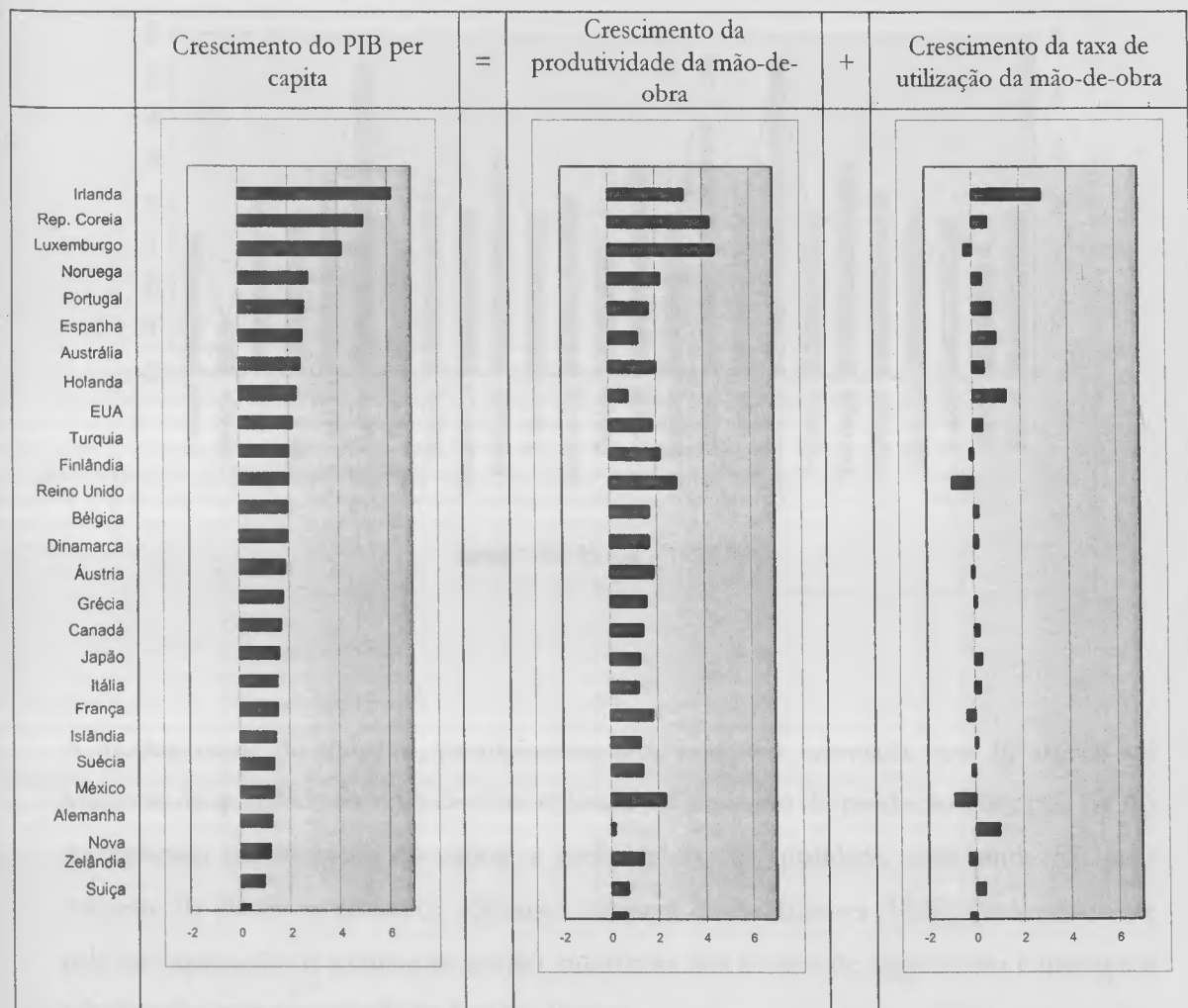
Quando se toma por base, por exemplo, o conjunto de países da OCDE constatam-se diferenças, mais ou menos significativas, nos seus padrões de crescimento, as quais se podem explicar, em parte, por dois factores: o crescimento da produtividade do trabalho e a utilização de mão-de-obra.

GRÁFICO 21
EVOLUÇÃO DOS PIB *PER CAPITA* NA OCDE (1980-1999)



Fonte: OCDE

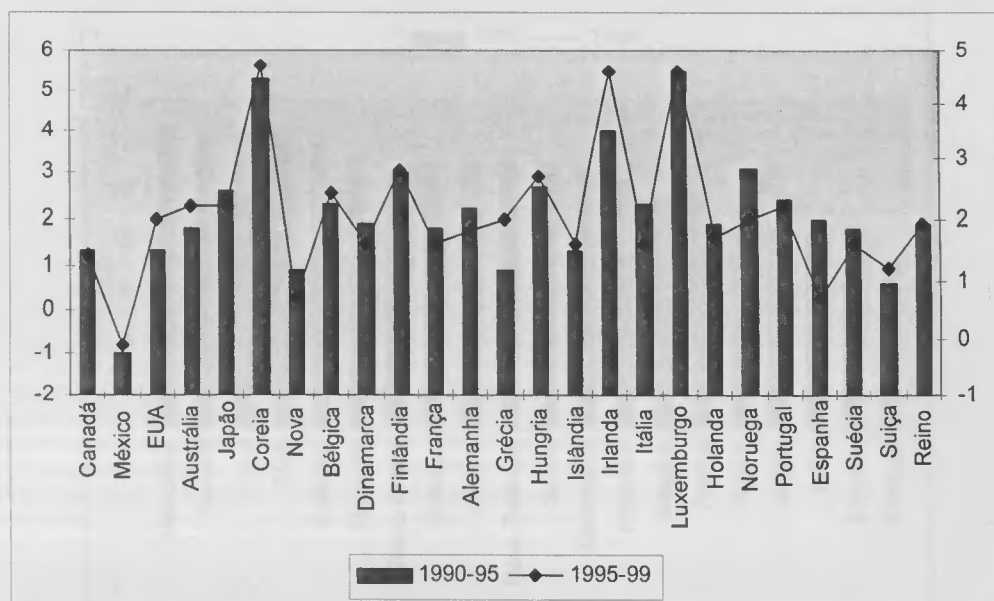
GRÁFICO 22
CONTRIBUIÇÃO DAS MUDANÇAS NA UTILIZAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA PARA O CRESCIMENTO DO PIB
PER CAPITA



Fonte: OCDE

Deste modo, os países em que a produtividade do trabalho e a utilização da mão-de-obra melhoraram simultaneamente, isso significa que a maior parte das pessoas trabalhou de forma mais produtiva, e portanto apresentam melhores performances.

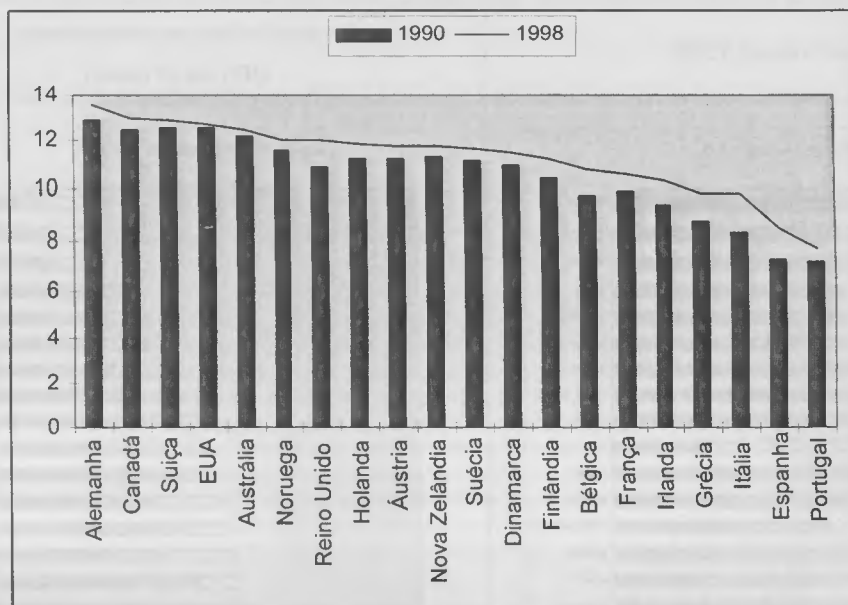
GRÁFICO 23
CRESCIMENTO DO PIB (POR HORA DE TRABALHO)



A produtividade do trabalho, propriamente dita, pode ser reforçada quer (i) através da melhoria da qualidade da mão-de-obra utilizada no processo de produção quer por via (ii) do aumento da utilização do capital e melhoria da sua qualidade, quer ainda (iii) pelo aumento da eficiência global da utilização conjunta destes factores (PMF), nomeadamente pela racionalização de práticas de gestão, mudanças nos modos de organização e inovações relacionadas com a produção de bens e serviços.

Dentro da produtividade do trabalho, a qualidade da mão-de-obra, normalmente denominada como capital humano, é o factor mais importante para o seu crescimento, e pode ser vista segundo três dimensões: níveis de instrução dos trabalhadores, progresso das qualificações pós-escolares e, também, a influência da tecnologia, já que a necessidade de alargamento e reforço das competências é absolutamente indispensável para a diversificação e aperfeiçoamento da tecnologia.

GRÁFICO 24
NÍVEIS DE INSTRUÇÃO DA POPULAÇÃO (1990-1998)

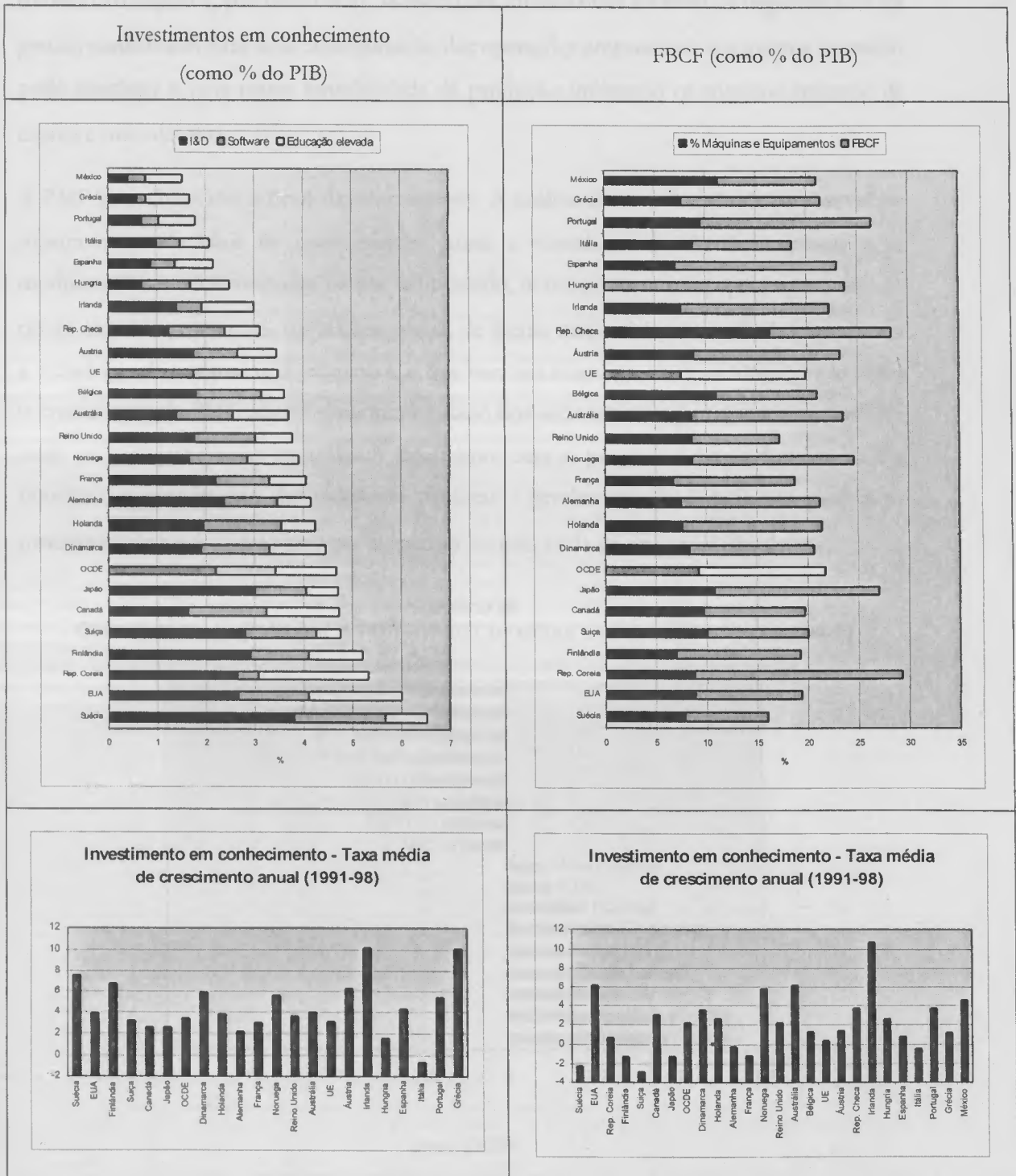


Fonte: OCDE

O investimento em capital físico é o segundo factor que desempenha um papel importante, já que permite desenvolver e renovar o stock de capital existente e incorporar as novas tecnologias no processo de produção. Se em certos países, a contribuição do capital para o crescimento aumentou, em termos globais, no decurso da última década, as TIC foram, de forma geral, o sector em que o investimento foi mais dinâmico, o que se pode prender, em parte, com a rapidez do progresso tecnológico, com a forte pressão da concorrência na produção de bens e serviços ligados às TIC e à consequente diminuição dos preços. Esta diminuição, associada ao alargamento das possibilidades de aplicação das TIC, alimentou e encorajou o investimento nestas tecnologias, em detrimento de outras actividades.

Se o investimento em TIC acelerou na maior parte dos países da OCDE o seu ritmo e a sua incidência sobre o crescimento económico variaram consideravelmente. Por outro lado, o aumento do peso das TIC no investimento também conduziu a uma modificação da composição do stock de capital naqueles países em favor de activos com uma produtividade marginal mais elevada, ou seja, uma melhoria da qualidade global do stock de capital. Esta evolução implica que o investimento em TIC teve efeitos mais importantes sobre o crescimento do PIB que investimentos idênticos de outros activos.

GRÁFICO 25
ECONOMIA DO CONHECIMENTO (*KNOWLEDGE-BASED ECONOMY*)



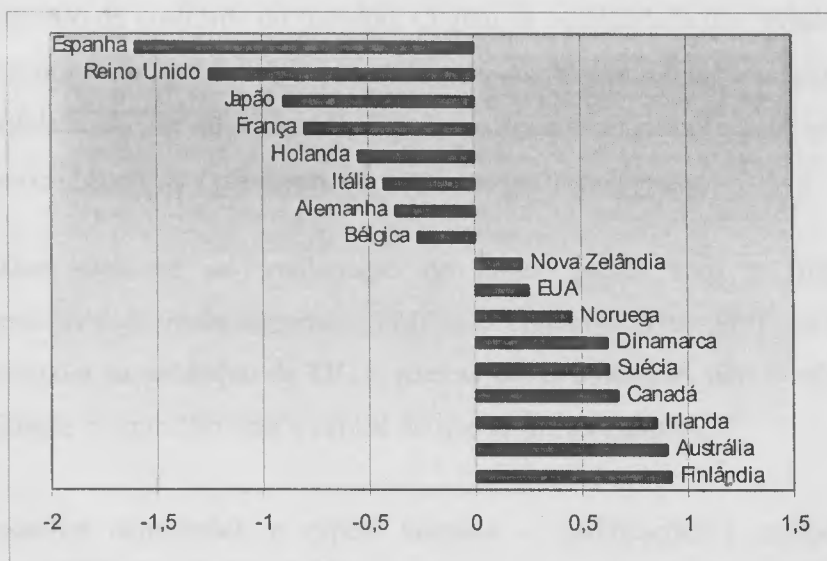
Fonte: OCDE

O último factor que contribuiu, numa certa medida, para as alterações registadas no crescimento da produtividade do trabalho, foi o acentuar do crescimento da produtividade multi-factorial durante os anos 90. De facto, com a melhoria das competências e das

tecnologias verifica-se uma eficiência muito maior na produção, resultante da associação do trabalho ao capital e, por outro lado, as alterações introduzidas ao nível da organização e da gestão, contribuem para uma racionalização das operações empresariais e a própria inovação pode conduzir a uma maior rentabilidade da produção utilizando os mesmos recursos de capital e mão-de-obra.

A PMF é, também ela, reflexo da concorrência. A análise do crescimento da produtividade mostra que os efeitos da concorrência, como a entrada e a saída de empresas e as modificações em determinados nichos de mercado, desempenham um papel importante. As novas empresas executam, em termos gerais, de forma mais eficiente o trabalho, o capital e a tecnologia das empresas já existentes, o que tem um efeito positivo no longo prazo sobre o crescimento da PMF. Este é justamente o caso dos sectores emergentes, como o das TIC, onde as novas empresas contribuem largamente para o progresso da produtividade. Por oposição, o crescimento das indústrias maduras é geralmente alimentada por ganhos de produtividade no seio das empresas existentes ou pela saída de empresas obsoletas.

GRÁFICO 26
CRESCIMENTO DA PMF (EM % PIB) – VARIACÃO MÉDIA ANUAL DE 1980-90 ATÉ 1990-99



Fonte: OCDE

O terceiro motor da PMF que pode ser posto em evidência, ainda que com menor precisão, diz respeito à utilização das TIC no processo de produção. Se o aumento da PMF imputável às TIC não é mais do que o reflexo da rapidez do progresso tecnológico na produção de computadores, semi-condutores e produtos e serviços conexos, a utilização das TIC não

terão qualquer efeito nos países que não sejam já produtores destas tecnologias. Para que as TIC tenham um efeito favorável na PMF nos países que não produzem este tipo de tecnologias. É necessário que surjam efeitos de rede ligados à sua utilização no processo produtivo.

Deste modo, as divergências reais observadas nos padrões de crescimento nos últimos anos podem ser entendidas como o resultado de diversos factores, tais como:

- Novas formas do factor capital, em particular TIC. O hardware e o software das tecnologias de informação e comunicação foram as áreas mais dinâmicas de investimento durante a década de 90 e no início deste milénio, quer devido aos preços cada vez mais baixos quer pela crescente gama de aplicações de TIC disponibilizadas;
- Uso crescente do factor trabalho. Na maior parte dos países com as taxas mais altas de crescimento do PIB per capita, o emprego e a produtividade do trabalho cresceram de forma conjunta;
- Aumento da qualidade do trabalho. O grau de escolaridade dos trabalhadores e os seus níveis de qualificações aumentaram e contribuíram para o crescimento. Uma qualidade do trabalho elevada é particularmente importante para que os países possam beneficiar cabalmente do uso de novas tecnologias;
- Maior eficiência na combinação do factor capital com o factor trabalho (produtividade multi-factorial - PMF). O crescimento da PMF reflecte rápidas inovações na produção de TIC e, para as novas indústrias, uma combinação mais eficiente do trabalho com o capital do que as firmas existentes.

Como é possível depreender, o capital humano – qualificações e competências dos trabalhadores – desempenha um papel essencial no processo de desenvolvimento de um determinado país, dada a relação estável que estabelece com a produtividade do trabalho, tornando-se assim num determinante essencial do crescimento económico.

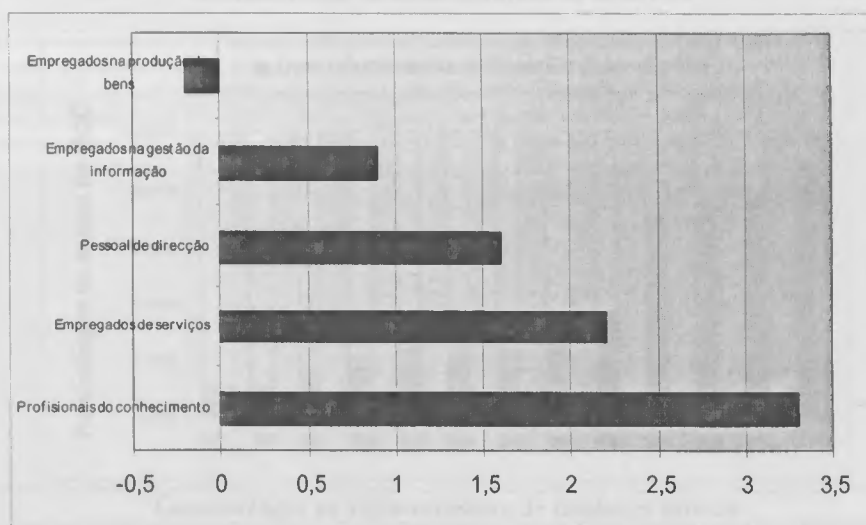
O capital humano contribui para a existência de ganhos de produtividade na medida em que existe uma certa complementaridade entre o capital humano e as novas tecnologias, já que o desenvolvimento e utilização efectiva das TIC, bem como a concretização de externalidades

de rede das novas tecnologias, exige a existência de qualificações e competências adequadas. E, com efeito, um dos factores que explica a boa performance de certos países em termos de crescimento deve-se à existência de uma vasta reserva de mão-de-obra qualificada.

A procura de empregos com forte intensidade de conhecimento (investigadores, engenheiros, e outros, como os especialistas e técnicos de TIC que geram conhecimento) representou cerca de 30% do crescimento do emprego observado no decurso do período. Os salários evoluíram da mesma forma, com dos profissionais do conhecimento aumentou mais rapidamente que os das outras profissões.

Os sistemas institucionais de educação devem ser capazes de responder à evolução das novas (ou renovadas) necessidades de um modo eficaz, contribuindo para melhorar o capital humano e, deste modo, tirar partido do potencial de crescimento das novas tecnologias.

GRÁFICO 27
CRESCENTE IMPORTÂNCIA DE EMPREGOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO



Fonte: OCDE

4.1.2.2. Alterações nas infra-estruturas de suporte às novas tecnologias

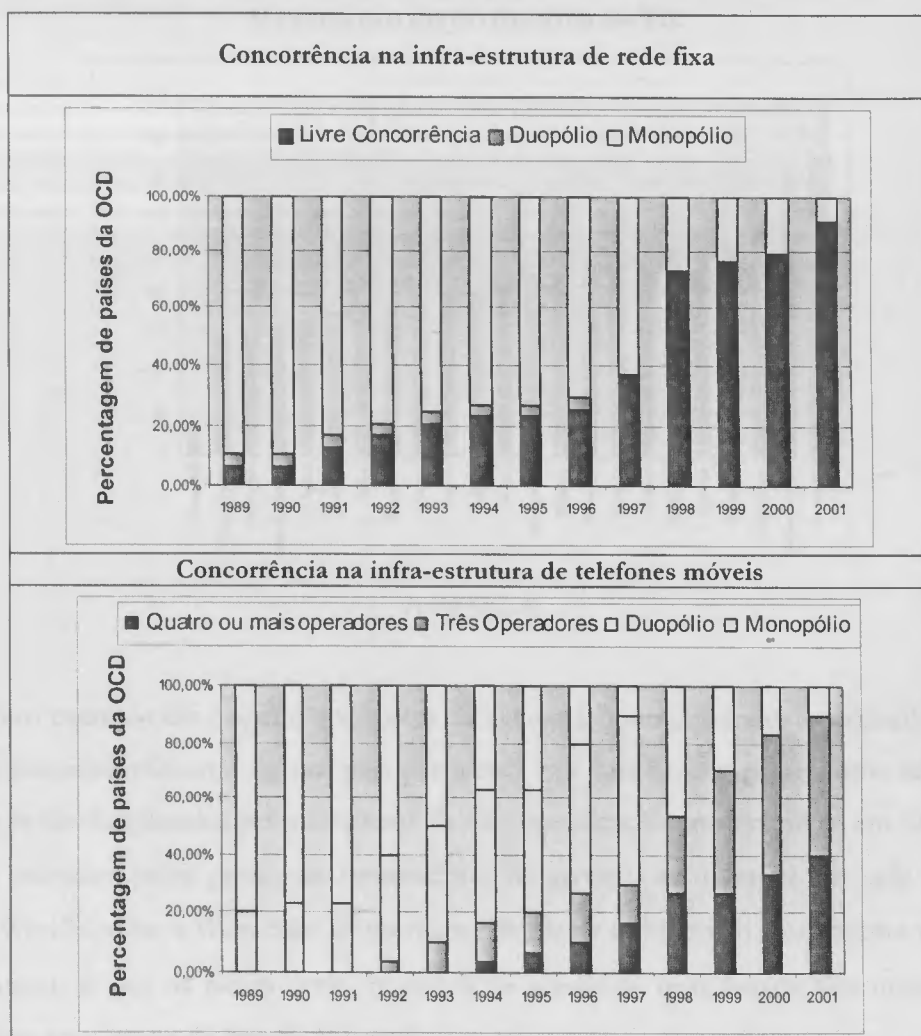
Como se pôde constatar, as tecnologias de informação e comunicação transformam a actividade económica, produzindo efeitos económicos que funcionam como catalizador da mudança nas empresas, quer em termos da melhoria da organização do trabalho da redução dos custos de transacção ou da racionalização das cadeias de fornecimentos. As TIC têm estimulado a inovação dos serviços e colocado a tónica na eficiência da produção e da

concepção, engendrando a criação de redes criadoras de valor entre produtores e consumidores, que terá efeitos benéficos a longo prazo.

No essencial, as TIC aparecem no contexto actual como uma importante tecnologia transformacional fundada sobre um conceito de rede e, portanto, dependente do seu número de utilizadores, pelo que se torna necessário intensificar a concorrência para baixar os custos e instaurar a confiança na sua aplicação.

Não obstante as vantagens visíveis das TIC, certos países da OCDE foram lentos na sua adopção, quer devido à escassez de competências específicas, à capacidade limitada de ajustar o processo de produção às tecnologias de informação e comunicação, à carência de meios financeiros e, também, à concorrência insuficiente que é outro factor a ter em conta uma vez que faz apelo à eficiência e à adopção de novas técnicas.

GRÁFICO 28
INTENSIFICAÇÃO DA CONCORRÊNCIA NAS TELECOMUNICAÇÕES (OCDE)

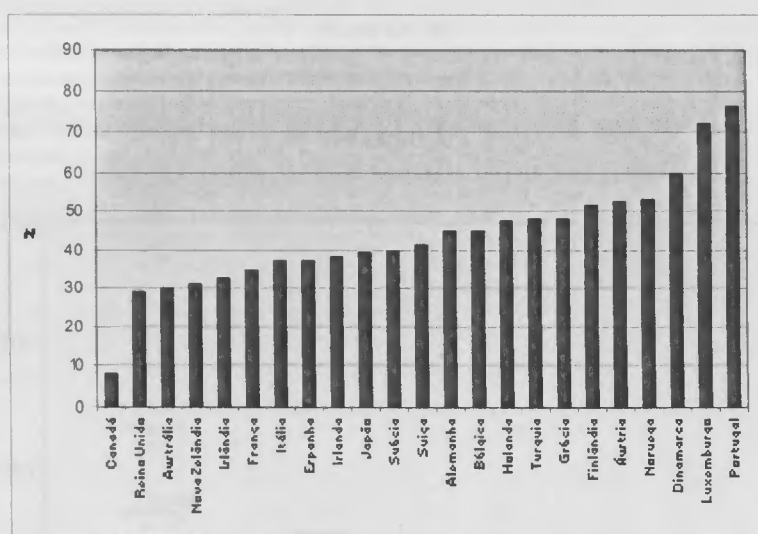


Fonte: OCDE

No entanto, a aquisição e difusão de TIC não depende apenas do preço dos bens de equipamento, mas também dos custos associados de comunicação e utilização dos equipamentos afectos à rede. A intensificação da concorrência no sector das telecomunicações, graças a uma ampla reforma da regulamentação, contribuiu particularmente para baixar os seus custos, e traduziu-se por um aumento do número de utilizadores, uma difusão mais alargada das tecnologias, uma melhoria da qualidade e uma aceleração do ritmo da inovação.

Estes benefícios para a indústria das telecomunicações estendem-se para o conjunto da economia. Os países que empreenderam mais cedo a liberalização do sector das telecomunicações registam actualmente custos de comunicação muito mais baixos e, por consequência, uma utilização e uma difusão mais alargada das TIC que aqueles países que a executaram mais tardiamente.

GRÁFICO 29
O PREÇO DOS INVESTIMENTOS EM TIC



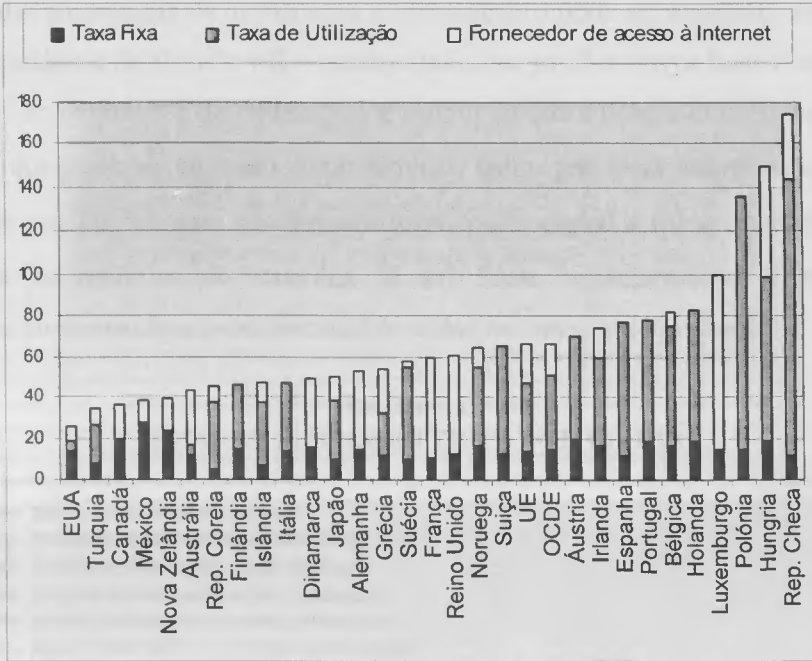
Fonte: OCDE

Um outro exemplo diz respeito aos custos de acesso à Internet para os consumidores, que variam consideravelmente de um país para outro, em função dos pagamentos telefónicos fixos e variáveis aplicados pelas empresas de telecomunicações, mas também em função das rendas cobradas pelos principais fornecedores de serviços na Internet em cada país (ex: AOL, World Online e Wanadoo). Estes mapas de custos influenciam igualmente a utilização da Internet, já que os países onde os custos de acesso são os mais baixos têm normalmente vantagem no número de *hosts* da Internet



GRÁFICO 30

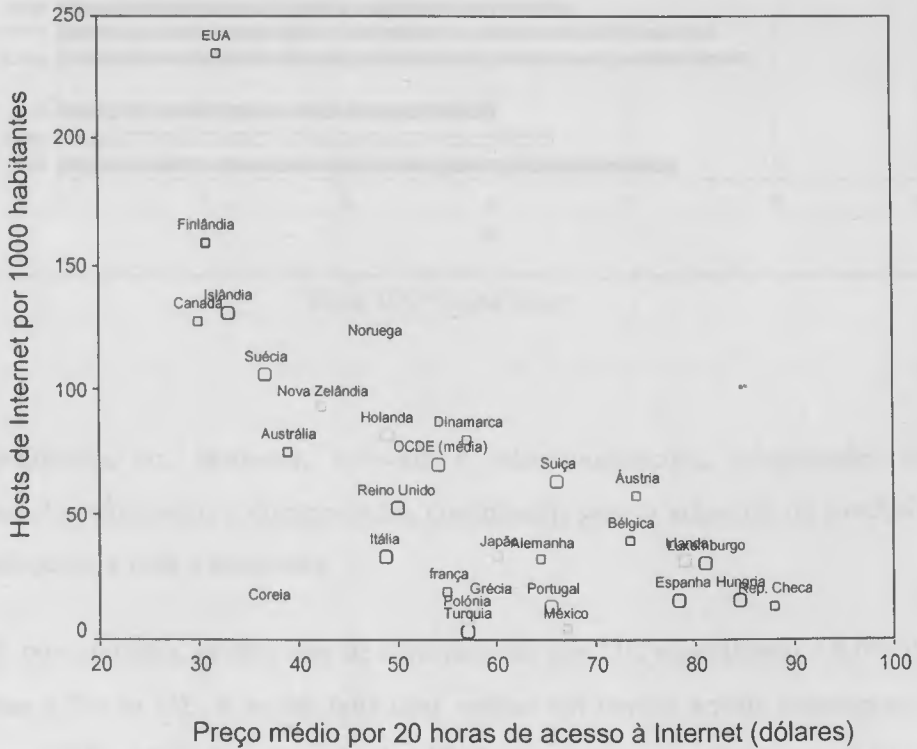
CUSTOS DE ACESSO À INTERNET NOS PAÍSES DA OCDE (TARIFAS DE ACESSO À INTERNET POR 40 HORAS EM PERÍODO DE PONTA), SETEMBRO DE 2000



Fonte: OCDE

GRÁFICO 31

CUSTOS DE ACESSO VS DIFUSÃO DA INTERNET (OCDE)

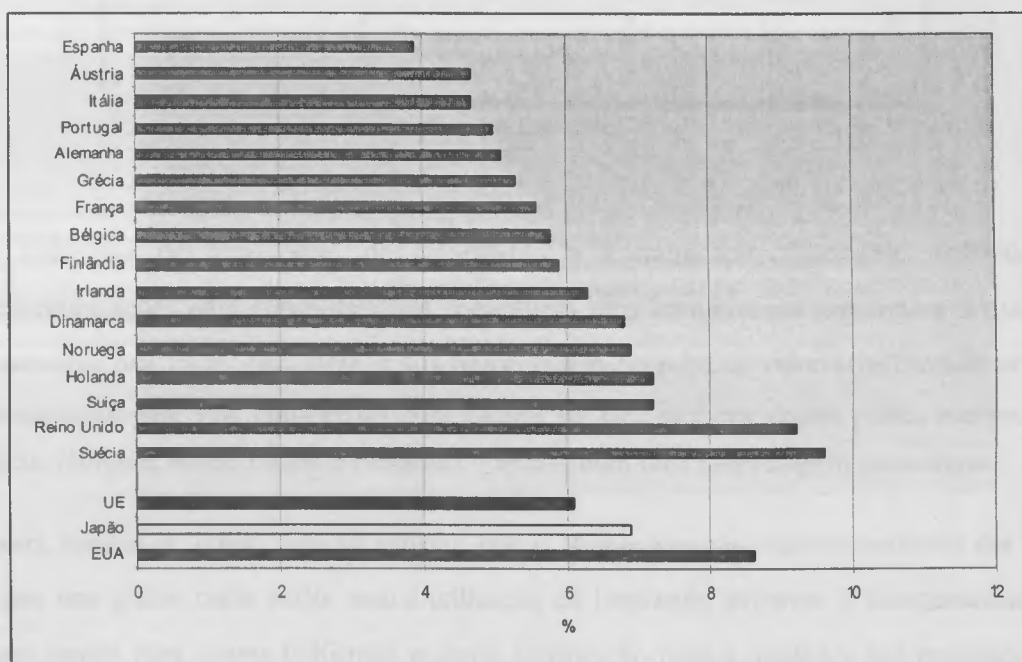


Fonte: OCDE

4.1.3. As TIC enquanto elemento condutor do NPTE

O impacto das tecnologias de informação e comunicação pode ser agrupado em três níveis: (i) são uma indústria de elevado valor acrescentado que produz novos bens e serviços e cria novas fontes de emprego e de riqueza; (ii) o output da sua indústria concebe um propósito tecnológico que pode ser utilizado como input da maior parte das indústrias existentes e o investimento em TIC confere aos trabalhadores maior capital e torna-os mais produtivos; (iii) mudam os métodos de trabalho, as estruturas organizacionais e as estratégias empresariais, aumentando a produtividade de todos os factores de produção.

GRÁFICO 32
TOTAL DAS DESPESAS EM TIC (% DO PIB) - 1999



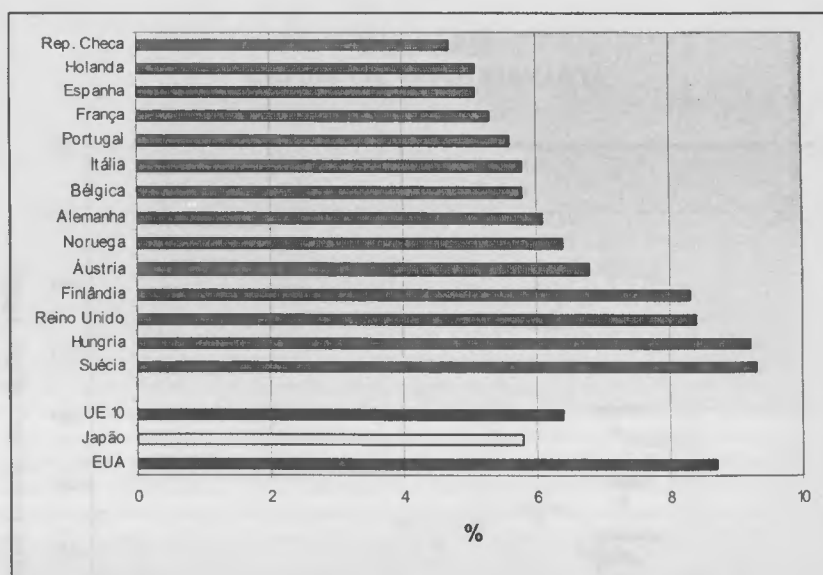
Fonte: IDC "Digital Planet"

Os investimentos em hardware, software e telecomunicações, relacionados com as tecnologias de informação e comunicação, contribuem para o aumento da produtividade, transversalmente, a toda a economia.

Em 1999, por exemplo, as despesas de investimento em TIC equivaleram a 8,6% do PIB, mas apenas 6,1% na UE, e se for feita uma análise em termos anuais constata-se que as despesas em TIC na UE são apenas $\frac{3}{4}$ dos EUA, e que somente a Suécia e o Reino Unido excedem os níveis dos EUA em 1999.

GRÁFICO 33

PESO RELATIVO DO VALOR ACRESCENTADO DAS TIC NO TOTAL DO SECTOR EMPRESARIAL (%) -
1998



Fonte: OCDE - 2001

As indústrias de tecnologias de informação e comunicação (hardware, software e telecomunicações para computadores) constituem uma componente importante do sector empresarial nos EUA. Em 1998, a sua percentagem no total de valor acrescentado era de aproximadamente 9%, comparado com os 6% na UE, embora alguns países europeus – Suécia, Hungria, Reino Unido e Finlândia – apresentam uma percentagem equivalente.

Assim, verifica-se, como seria de esperar, que o grande impacto macroeconómico das TIC ocorre nos países onde existe maior utilização de hardware, software e telecomunicações como inputs para outras indústrias e como justificação para a mudança nas estruturas de trabalho e estratégias das empresas. Por exemplo, as indústrias de TIC são responsáveis por 40% da aceleração da produtividade nos EUA desde 1998 e constituem um dos principais motores de crescimento económico nos EUA e nos países nórdicos.

4.1.3.1. *As TIC enquanto elemento transformador da actividade económica*

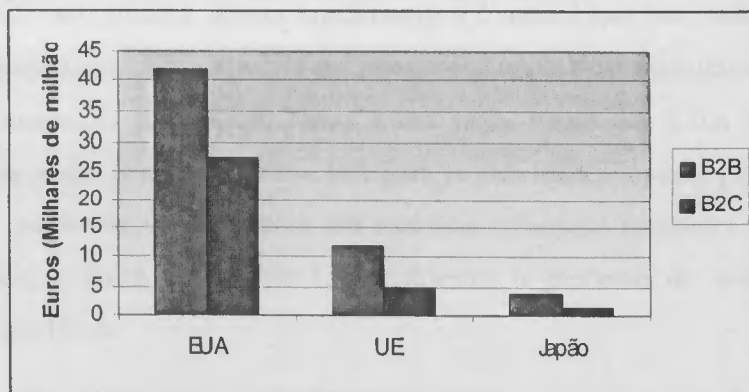
As tecnologias de informação contribuem para a melhoria dos mercados, expandem o alcance global das empresas e permitem aos consumidores um maior poder de mercado. A crescente concorrência global transmite os benefícios das inovações de forma mais rápida para os consumidores, através dos preços baixos, e para os trabalhadores, através de rendimentos mais altos. A liberalização do mercado, o maior enraizamento da globalização e

Nesta transformação estrutural, a maior parte dos países europeus fica aquém do desempenho norte-americano, já que, apesar de alguns países europeus já se terem adaptado a este novo ambiente, existem outros que ainda têm um longo percurso a percorrer.

Os mercados estão em evolução com as maiores mudanças a envolverem transacções *business-to-business* (B2B) e *business-to-consumer* (B2C), embora também existam sites para actividades *consumer-to-consumer*. As entidades governamentais, contudo, têm sido lentos no estabelecimento de relações electrónicas com empresas e famílias.

O comércio electrónico alterou as relações entre as empresas e os consumidores, já que veio aumentar a velocidade e a qualidade de informação sobre os produtos e os preços, permitir às pequenas empresas aceder a fornecedores e clientes internacionais e reduzir a importância da distância geográfica, proporcionando aos consumidores uma maior capacidade de escolha.

GRÁFICO 35
COMÉRCIO ELECTRÓNICO NA TRIÁDE (1999)

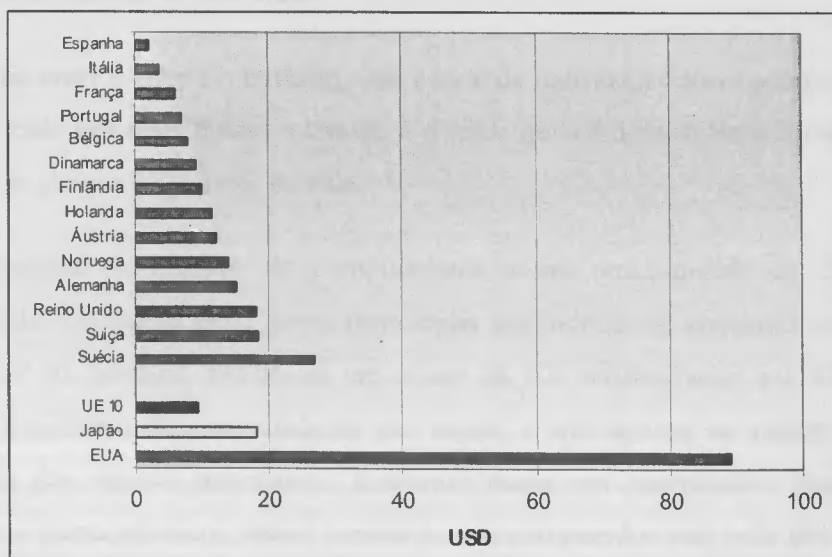


Fonte: Booz-Allen & Hamilton - 2001

O valor do comércio electrónico global (B2B + B2C), apesar do seu rápido desenvolvimento, foi aproximadamente de 100 milhares de milhão de euros, para o ano de 1999, o que ainda representa uma pequena percentagem da economia global. Os EUA são responsáveis por 2/3 do total de vendas on-line, o que reflecte o papel de pioneiro no comércio electrónico.

As transacções de B2B representam aproximadamente 2/3 do total do comércio electrónico e apresentam sempre as percentagens mais elevadas de vendas on-line em todos os blocos da triáde. O comércio B2C tem um maior peso relativo no comércio electrónico americano, relativamente ao Japão e à UE.

GRÁFICO 36
TRANSACÇÕES B2C (VALOR PER CAPITA) – 1999



Fonte: OCDE - 2001

O comércio B2C tem vindo a crescer rapidamente e é natural que este padrão de evolução continue, particularmente porque a Europa permanece numa posição inferior. Actualmente, o valor das transacções de B2C *per capita* é dez vezes maior nos EUA que na Europa, reflectindo uma maior propensão e abertura para as actividades on-line, para um uso mais frequente dos cartões de crédito e para um mercado doméstico integrado com uma moeda única. A Suécia, a Suíça e o Reino Unido lideram o processo de *catching up* da UE relativamente aos EUA.

As transacções B2C desenvolveram-se de forma mais acentuada no que respeita a produtos ou serviços que podem ser encomendados e entregues digitalmente on-line, ou com entregas off-line baratas, rápidas e confiáveis, como por exemplo: intermediação financeira, hardware e software para computadores, livros e até bilhetes. Estes produtos têm um rácio de penetração nas vendas a retalho nos EUA de 5-15%, mais do dobro que na Europa. A Suécia, Holanda e o Reino Unido têm taxas de penetração similares às dos EUA.

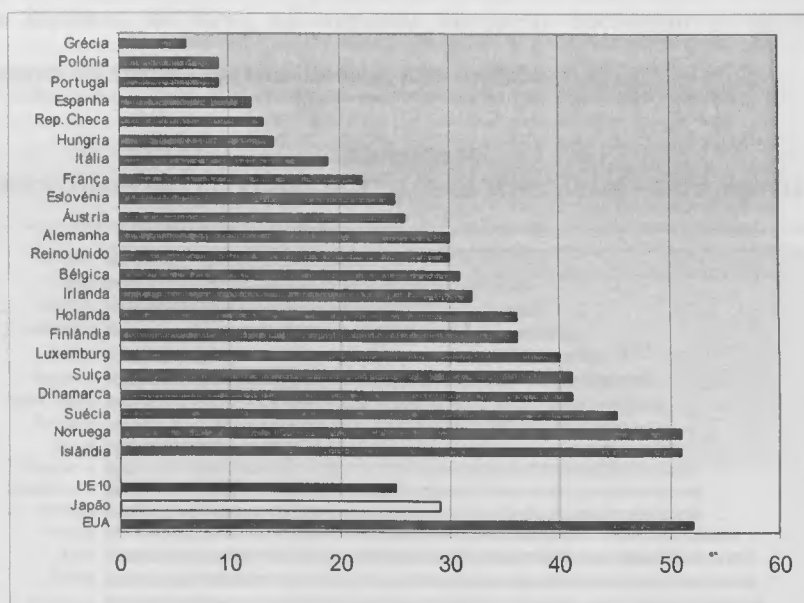
Também os indivíduos, *per se*, sentem o impacto das TIC de diversas formas. Enquanto consumidores, podem beneficiar de melhor informação, maior variedade de escolha de bens e serviços e preços mais baixos através do acesso a um mercado global. Enquanto empregados, podem beneficiar de uma forma de trabalho mais independente, quer em termos individuais quer em termos de equipa, e de um acréscimo de responsabilidade e

autoridade. Enquanto cidadãos, podem estar melhor informados, mais aptos e desenvolver novas aptidões durante as suas vidas.

As fronteiras entre o lazer e o trabalho, casa e local de trabalho, sectores públicos e privados tornam-se cada vez mais fluidas e ténues, à medida que se desenvolvem novas formas de trabalho e se alteram os padrões de vida.

Se se considerar o número de computadores como uma medida da extensão das oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias aos indivíduos, enquanto consumidores, empregados ou cidadãos, verifica-se um atraso da UE relativamente aos EUA, no que concerne o número de computadores per capita, e que apenas os países nórdicos se aproximam dos valores americanos. Enquanto existe um computador para cada duas pessoas nos países nórdicos, existe menos de um computador por cada dez pessoas em Portugal e na Grécia.

GRÁFICO 37
COMPUTADORES POR 100 PESSOAS (1999)



Fonte: EUROSTAT - 2001

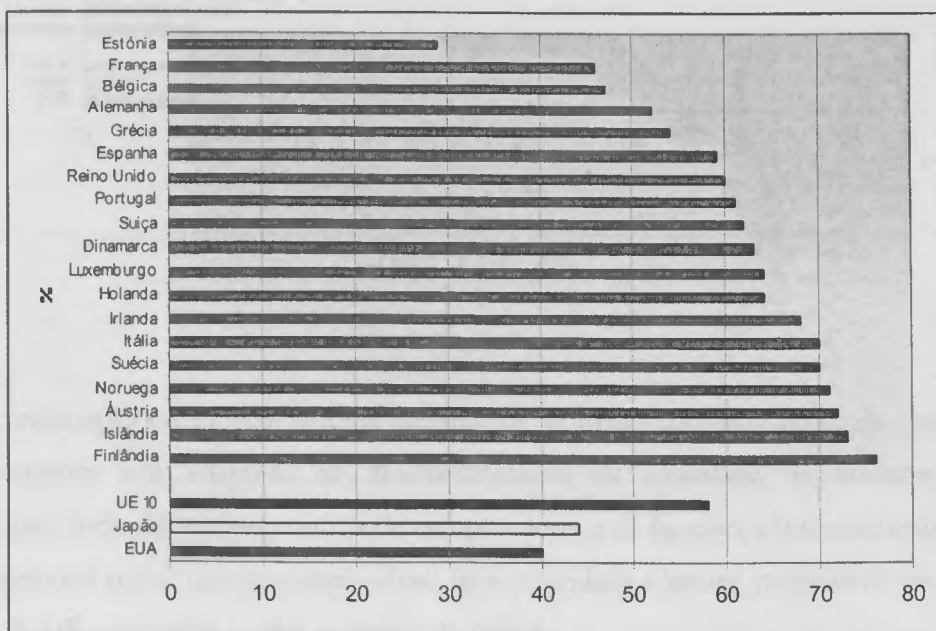
O potencial do comércio móvel (*m-commerce*) é maior nos países onde existe uma maior penetração de telefones móveis. A UE está à frente dos EUA nestas áreas, com quase 2/3 da população a subscrever telefones móveis, em Outubro de 2000, relativamente aos 40% dos EUA. Este facto pode ser justificado pela maior eficiência do sistema de preços (quem paga é a pessoa que faz a chamada) usado na Europa, ou pela adopção mais recente de um

padrão técnico comum. Dentro da Europa, verificam-se grandes disparidades entre os Estados-membros, com os Países Nórdicos, Áustria e Itália a ocuparem os primeiros lugares.

Embora o acesso via PC seja o método mais normal de aceder à Internet, existem tecnologias alternativas com maior atractividade para os utilizadores, tais como os telefones móveis e a televisão digital. O telemóvel, por exemplo, é portátil e permite o acesso imediato à Internet a partir de qualquer lugar, mas o seu uso para o *m-commerce* está apenas numa fase inicial de desenvolvimento.

Actualmente, estão a emergir diversas novas tecnologias, para ligar os telemóveis e outros dispositivos portáteis à Internet, que incluem GPRS (General Packet Rádio Services) e WAP (Wireless Application Protocol) e que representam novas oportunidades de negócio. Contudo, a existência de procedimentos excessivamente complicados para garantir as licenças de UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) na Europa, atrasaram o desenvolvimento da tecnologia até ao ponto da UE poder perder a liderança mundial nesta área para o Japão e, de facto, as empresas europeias encontram-se ainda na fase de desenvolvimento da terceira geração de telefones móveis.

GRÁFICO 38
SUBSCRITORES DE TELEFONES MÓVEIS (% DA POPULAÇÃO) – OUTUBRO DE 2000

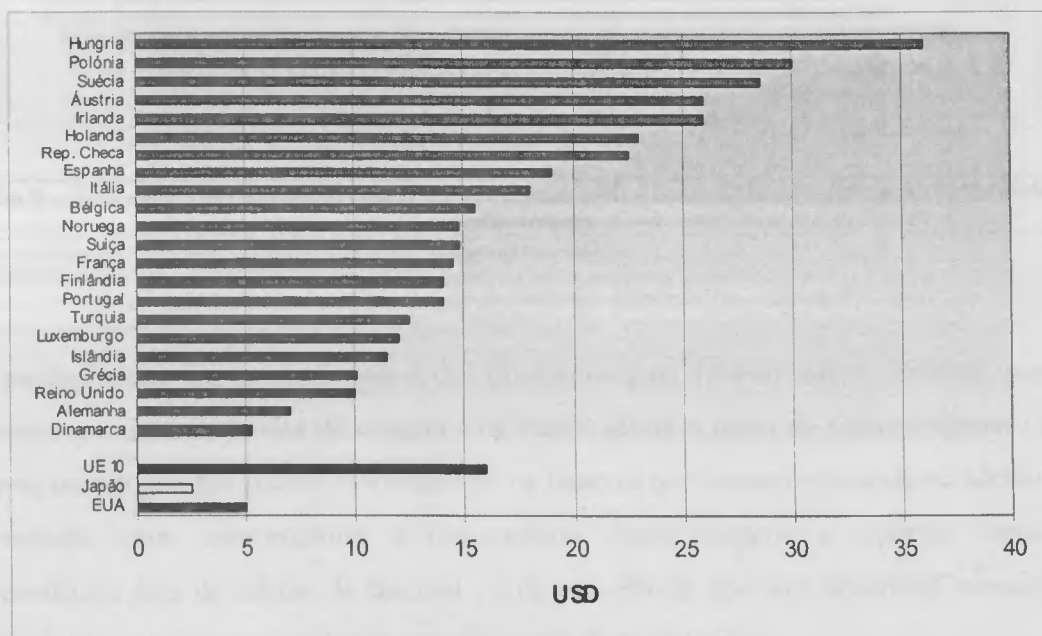


Fonte: Global Mobile - 2000

As novas tecnologias, ao permitirem a ligação dos telemóveis à Internet oferecem oportunidades consideráveis para o aparecimento e crescimento de novos serviços para as empresas e para os consumidores. Por exemplo, os serviços SMS (Short Message Service), constituem um exemplo do potencial de desenvolvimento de serviços móveis de texto e de dados, onde o preço será uma componente relevante na penetração e desenvolvimento dos futuros serviços móveis de Internet

O custo dos serviços SMS é mais alto na União Europeia que nos EUA e no Japão. Apenas a Dinamarca e a Alemanha se aproximam do nível dos EUA, enquanto, por exemplo, a Áustria, Irlanda e a Suécia são mais do que três vezes superiores que o nível dinamarquês.

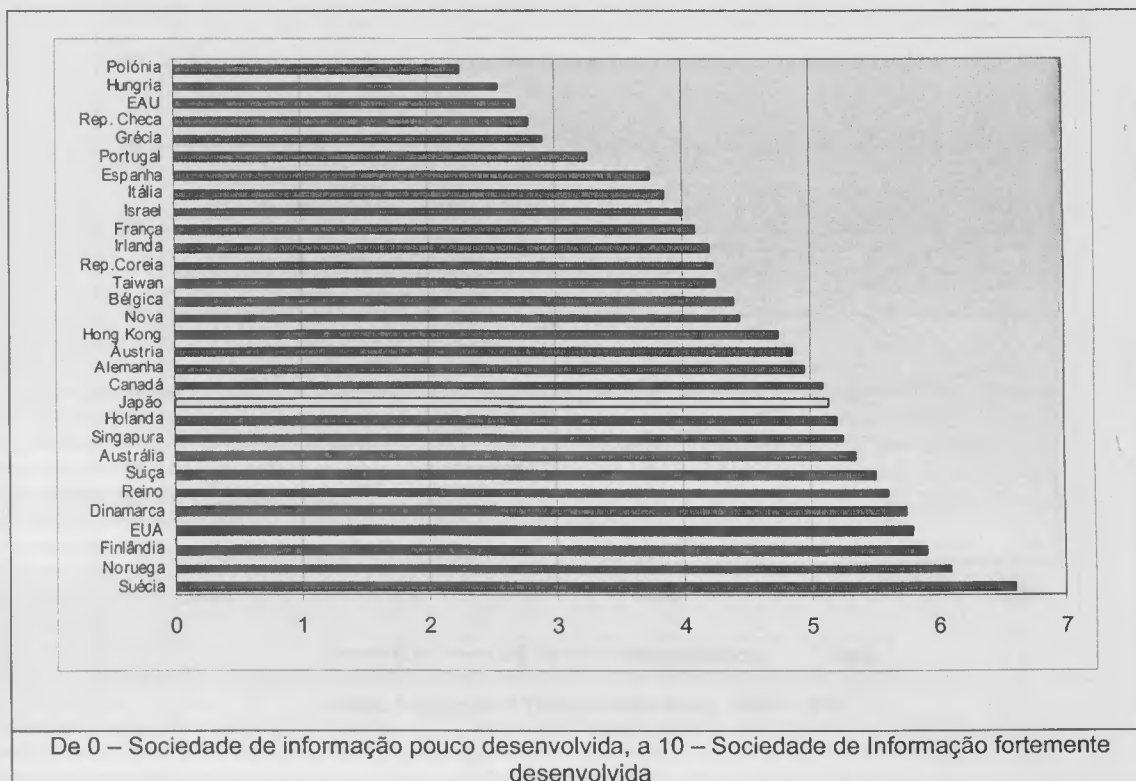
GRÁFICO 39
PREÇOS DE SMS PER 100 MENSAGENS (1999)



Fonte: OCDE - 2001

Uma comparação mais global permite hierarquizar os países com base no modo como a sua infra-estrutura está adaptada ao desenvolvimento da sociedade de informação. Os indicadores incluem a infra-estrutura de computadores e de ligações à Internet, bem como a infra-estrutura social, que contempla níveis de escolaridade e leitura, constatando-se que seis países da UE estão entre os dez melhores do mundo.

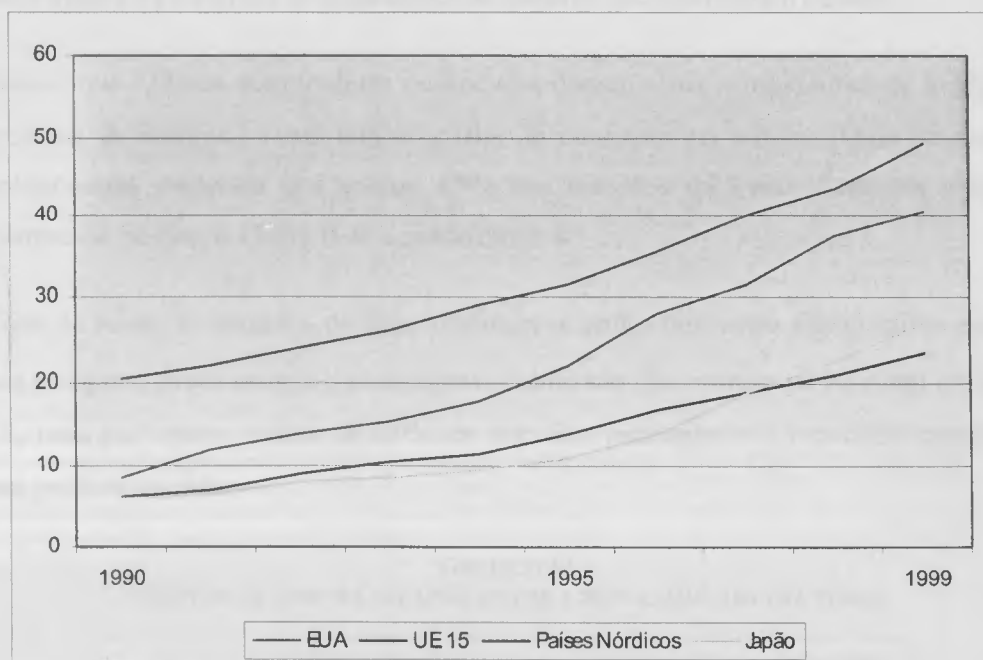
GRÁFICO 40
ÍNDICE DA INFRA-ESTRUTURA DA SOCIEDADE DE INFORMAÇÃO



A predisposição dos consumidores e dos produtores para adoptar novos produtos, novos processos e novos métodos de compra e de venda, afecta o ritmo de desenvolvimento das novas tecnologias nos países. Normalmente os factores que causam relutância na adesão ao e-business entre consumidores e fornecedores dizem respeito a aspectos como a generalizada falta de cultura de Internet ou da consciência dos seus benefícios potenciais, falta de capacidades, receios de segurança e custos da tecnologia.

A massa crítica dos primeiros utilizadores é essencial para a viabilidade de novos negócios assentes em novas ideias. Os consumidores têm que estar dispostos a usar os novos produtos, tecnologias e serviços. A difusão das novas tecnologias segue normalmente uma curva em “S”, crescendo lentamente numa primeira fase mas depois aumentando vincadamente o seu ritmo de crescimento. Muitas vezes factores económicos, culturais e estruturais determinam o seu ponto de partida em mercados individuais.

GRÁFICO 41
TAXA DE ADOÇÃO DE COMPUTADORES PESSOAIS POR FAMÍLIAS (% DE FAMÍLIAS COM PC)



Fonte: International Telecommunications Union - 2000

Um exemplo desta tendência é o próprio computador pessoal (PC), que foi introduzido na maior parte dos países europeus ao mesmo tempo. No entanto, apenas os países nórdicos conseguem acompanhar os EUA, com o Japão ultrapassar a UE15 durante a segunda metade dos anos 90.

O custo de aquisição e de utilização dos computadores pessoais desempenha um papel importante na determinação da taxa de difusão. Na Suécia, por exemplo, os benefícios em termos de impostos têm sido um factor importante no estímulo da aquisição de computadores para casa, por parte dos trabalhadores.

As famílias têm adoptado o PC a diferentes velocidades, em diferentes países. Por um lado, em França, a difusão tem sido relativamente lenta, talvez devido ao uso anterior e extensivo do sistema Minitel, o qual limitou as famílias a uma tecnologia antiga. No outro extremo, regista-se o rápido crescimento da Noruega, e o comportamento em “S” da Finlândia, que simboliza uma adopção, primeiro, gradual, e depois, muito rápida.

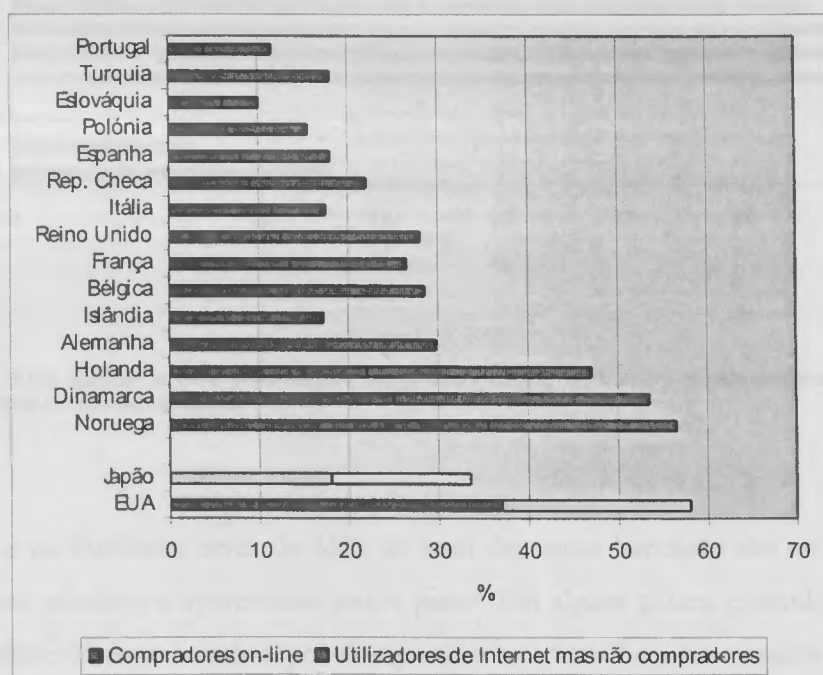
Os hábitos de compra na Internet variam de forma considerável nos EUA e na UE. Nos EUA, cerca de 60% dos adultos são utilizadores da Internet e, destes, praticamente 2/3 efectuaram compras on-line, o que significa que, aproximadamente, 40% de todos os

adultos fizeram compras on-line. Em contraste, o uso da Internet na Europa é menor, tal como é menor a proporção de utilizadores de Internet que compraram on-line.

Estima-se que 2/3 dos compradores on-line abandonam a sua compra antes de finalizarem o processo de compra, o que indicia a falta de confiança no sistema. Uma pesquisa do Eurobarómetro evidencia que apenas 4,7% dos cidadãos da União Europeia compram regularmente on-line, e 13,8% fá-lo ocasionalmente.

No que se refere às compras on-line, verificam-se então diferenças significativas entre os países europeus. Num extremo, as compras on-line são tão comuns na Noruega como nos EUA, mas, por outro, menos de 10% de cidadãos portugueses e espanhóis compraram algum produto on-line.

GRÁFICO 42
HÁBITOS DE COMPRA ON-LINE ENTRE A POPULAÇÃO ADULTA TOTAL

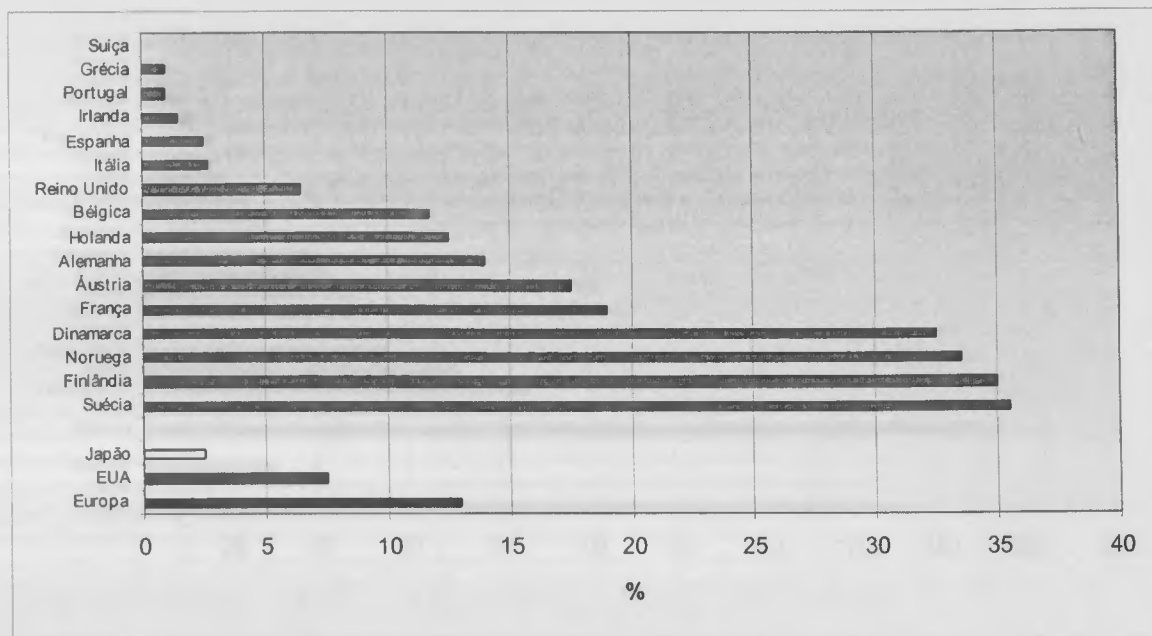


Fonte: UNICE - 2001

São vários os factores que contribuem para explicar o atraso da UE face aos EUA nestas áreas. Eles incluem aspectos como a relutância em comprar à distância, através de um computador; preocupações com a segurança dos pagamentos e dos dados pessoais, receios no *timing* da entrega e no reenvio em caso de reclamação. De facto, muitos destes factores são particularmente significativos para as transacções fronteiriças, tornando-os incontornáveis para o e-comprador na Europa.

Por contraste, o *on-line banking* é uma área onde a aceitação dos consumidores tem sido bastante rápida na Europa. Os bancos e os consumidores europeus lideram no tratamento electrónico de serviços financeiros. As actividades bancárias por meio da Internet reduzem os custos e o tempo da banca e, à semelhança das actividades bancárias por telefone, permitem aos consumidores escolher o tempo e o local das transacções.

GRÁFICO 43
ON-LINE BANKING (% DE CONTAS)¹⁰⁹



Fonte: IDC 2001

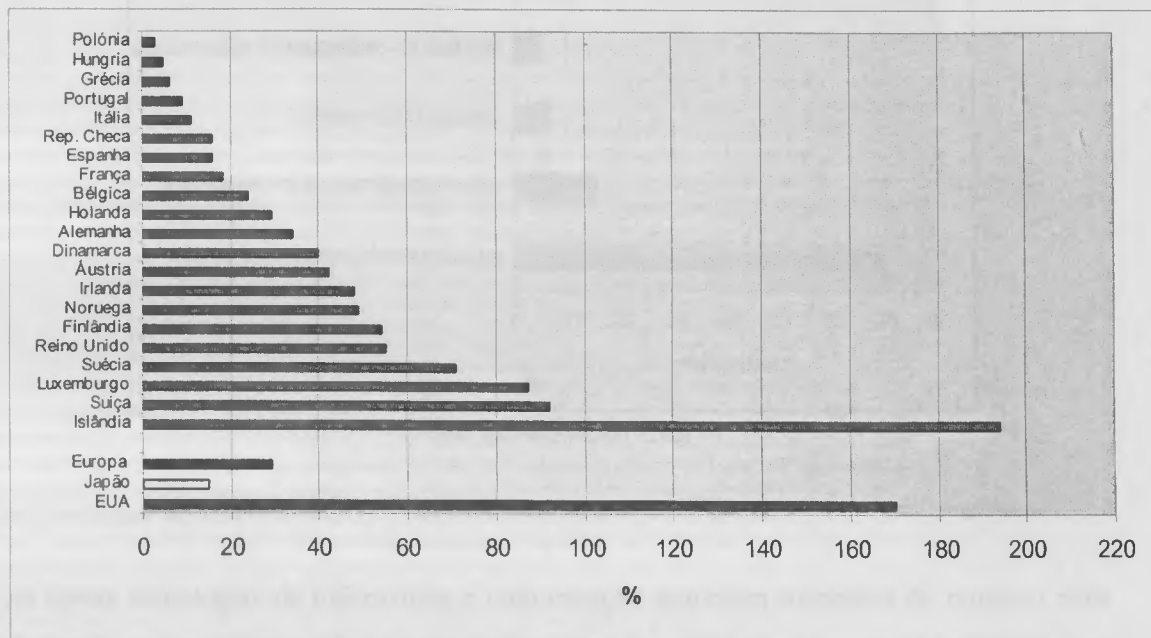
Nota: A Suíça apresenta uma percentagem muito baixa devido ao número excepcionalmente elevado do número total de contas bancárias.

Na Suécia e na Finlândia, cerca de 35% do total de contas bancárias são on-line, com os outros países nórdicos a aparecerem muito perto. Em alguns países, contudo, a crescente disponibilidade de contas on-line por comparação às contas bancárias tradicionais, torna a distinção entre as duas mais ténue. Por exemplo, na Bélgica, as transferências electrónicas (via ATM, Internet ou telefone) é responsável por mais de 47% do total das transferências, no primeiro semestre de 2000.

¹⁰⁹ De notar que este indicador inclui actividades bancárias por intermédio da Internet, acesso directo, televisão digital e telemóveis.

A segurança dos servers é um factor extremamente importante para o comércio electrónico, já que garante a privacidade e a confidencialidade, fornecendo ao cliente on-line segurança para os seus pagamentos. O número de servidores per capita nos EUA é o dobro da maior parte dos países europeus, com a excepção da Islândia, apesar dos pequenos países e dos centros financeiros supostamente deterem um grande número de servidores seguros.

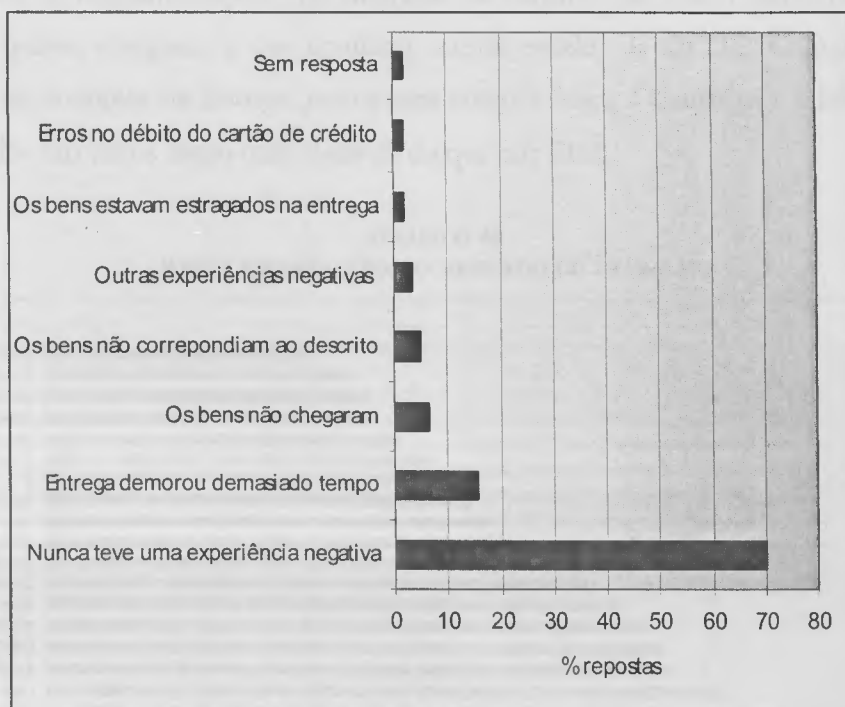
GRÁFICO 44
NÚMERO DE SERVIDORES SEGUROS POR MILHÃO DE HABITANTES



Fonte: OCDE - 2001

A maior parte das pessoas na Europa que efectivamente compram on-line avalia a experiência de forma positiva, com as preocupações mais negativas a incidirem sobre a lentidão das entregas, o que coloca a ênfase quer na importância da eficiência da logística de entrega interna das empresas quer nos serviços postais internacionais. A falta de confiança dos consumidores na segurança dos pagamentos e na privacidade, particularmente nas transacções transfronteiriças, é, igualmente, outro factor que tem contribuído para o atraso do comércio B2C na Europa quando comparada com os EUA.

GRÁFICO 45
EXPERIÊNCIAS DE COMPRAS ON-LINE - UE 15



Fonte: Eurobarómetro - 2001

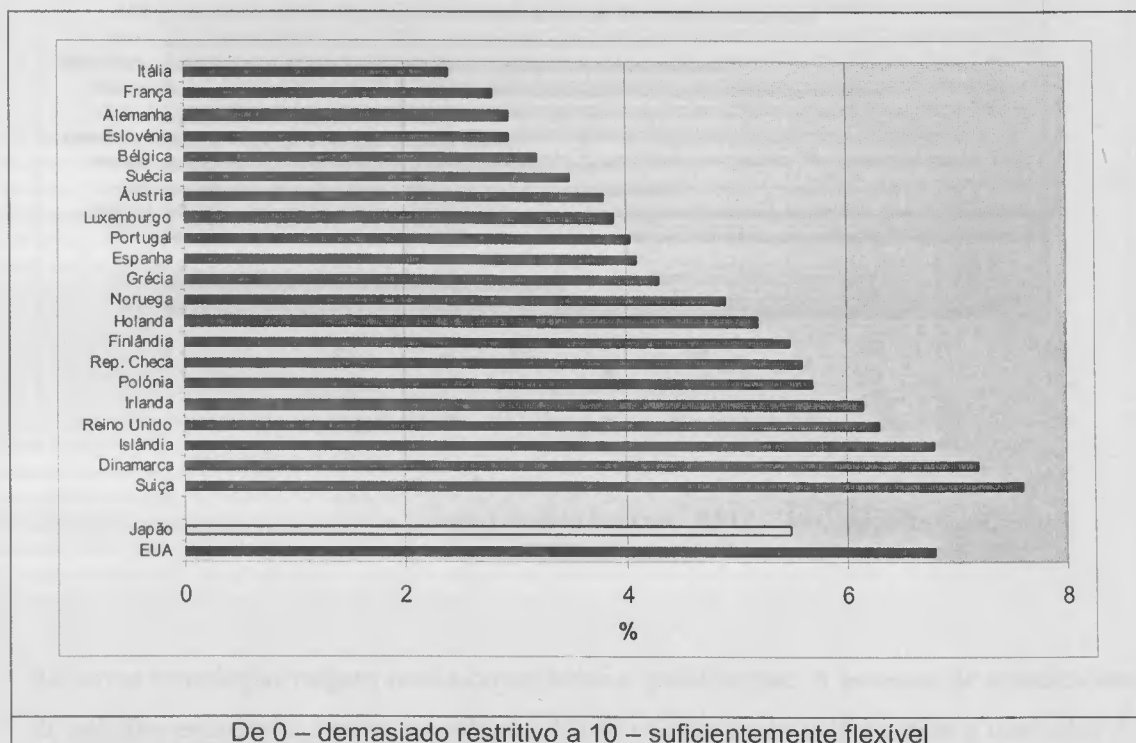
As novas tecnologias de informação e comunicação requerem mercados de trabalho mais flexíveis, com empresas novas a começarem a sua actividade e as empresas existentes a se reorganizarem ou a encerrarem, e onde todas as empresas têm que investir em novos métodos de trabalho e introduzir novas técnicas organizacionais e novas formas de remuneração. As novas tecnologias também fazem aumentar a procura de trabalho qualificado em detrimento de trabalho não qualificado, o que requer estruturas salariais adequadas. Os incentivos económicos para níveis mais elevados de educação e de formação vocacional devem ser suficientemente fortes para fornecerem melhores qualificações.

Os mercados de trabalho na UE são menos flexíveis que nos EUA, devido a regulamentações do mercado de trabalho ultrapassadas, impostos elevados sobre o trabalho, investimento insuficiente em qualificações relevantes, e menor mobilidade geográfica.

As empresas necessitam de mercados de trabalho flexíveis, de forma a responder às constantes alterações nas necessidades dos clientes e às pressões competitivas da nova economia.

O último inquérito do IMD World Competitiveness Report, feito a gestores de empresas, conclui que as regulamentações do mercado de trabalho são muito restritivas na maior parte dos países europeus, o que confirma outros estudos da OCDE. Contudo, existem alguns bons exemplos na Europa, com países como a Suíça, Dinamarca e a Islândia, onde os mercados são vistos como mais flexíveis do que nos EUA.

GRÁFICO 46
REGULAMENTAÇÕES DO MERCADO DE TRABALHO



De 0 – demasiado restritivo a 10 – suficientemente flexível

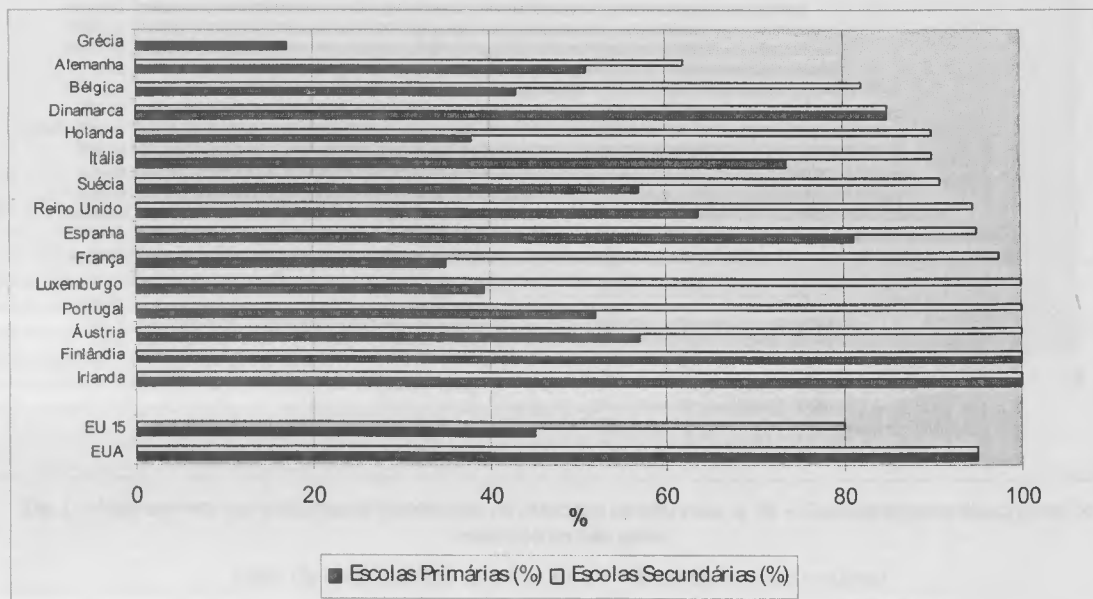
Fonte: IMD, World Competitiveness Report - 2001

A economia assente no conhecimento requer oportunidades para uma boa educação de base e para uma aprendizagem ao longo da vida, de forma a que os trabalhadores possam, continuamente, desenvolver novas qualificações e tornar-se mais flexíveis para lidar com a alteração do padrão de procura das suas qualificações. Os estudantes devem estar habituados a utilizar o computador enquanto meio de trabalho na escola e em casa, desde muito cedo na sua carreira escolar.

A disponibilidade do acesso à Internet nas escolas é um benchmark de como os sistemas educacionais devem preparar os jovens para que estes beneficiem do uso das TIC. Cinco Estados-membros da UE fornecem acesso à Internet em 100% das escolas secundárias. Isto

é verdade ao nível da escola primária para a Irlanda e Finlândia. A UE, como um todo, fica atrás dos EUA, especialmente no que diz respeito à escola primária.

GRÁFICO 47
EDUCAÇÃO: % DE ESCOLAS COM ACESSO À INTERNET (2º SEMESTRE DE 2000)

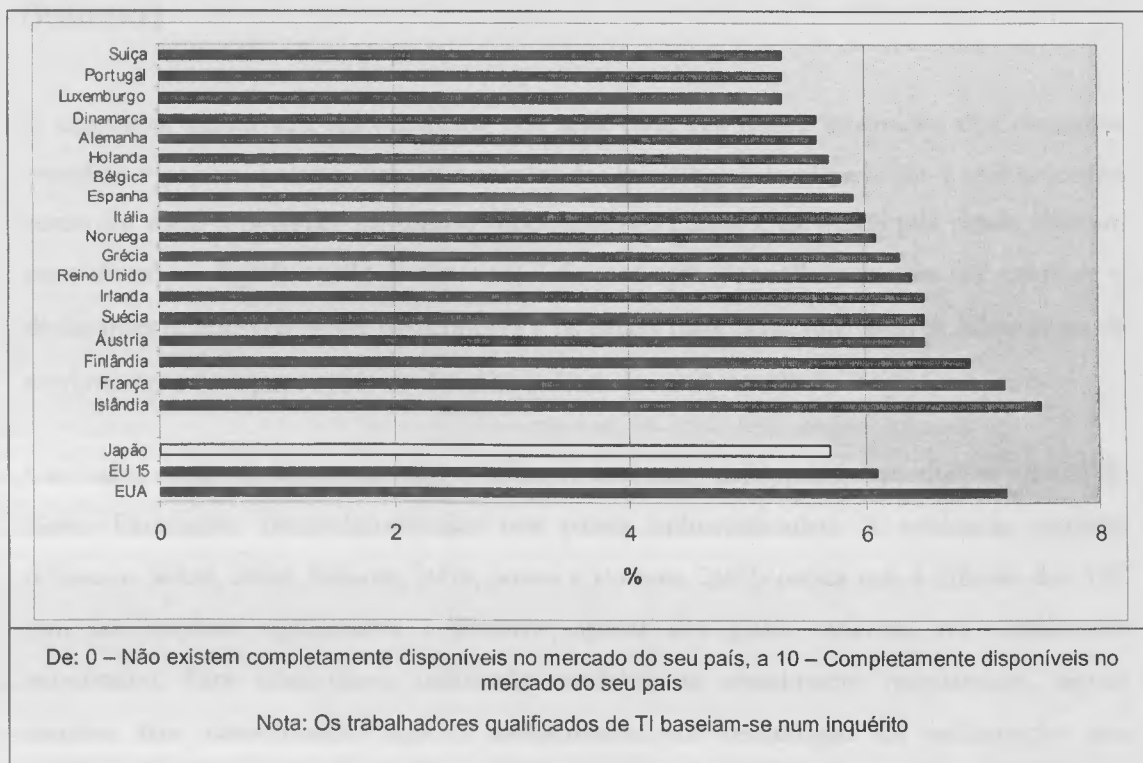


Fonte: Comissão Europeia - 2001

As novas tecnologias exigem novas capacidades e qualificações. A escassez de qualificações de trabalho específicas para as tecnologias de informação sente-se já em certos mercados da UE e globais. Segundo o European Technology Observatory (EITO, 2001), a falta de qualificações em TI na UE era cerca de 0,5 milhões em 1998, estimando-se um aumento deste valor para os 1,6 milhões em 2003.

As qualificações de tecnologias de informação estão mais disponíveis nos EUA que na globalidade dos países europeus, com excepção da Islândia. Esta escassez de qualificações também contribui para a falta de confiança nas novas tecnologias e para uma generalizada ausência de cultura de Internet.

GRÁFICO 48
DISPONIBILIDADE DE QUALIFICAÇÕES EM TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO (1999)



Fonte: IMD, World Competitiveness Report - 2001

4.2. A DIFUSÃO DE TIC NA UNIÃO EUROPEIA: APLICAÇÃO DO MODELO DE GOMPERTZ

A economia global tem sido marcada por uma cada vez maior integração dos mercados mundiais e por um crescimento espectacular das tecnologias de informação e comunicação, como foi dado a perceber no último subponto. No entanto, os dados por países indicam uma divisória digital, sendo incerto se a denominada “nova” economia irá reforçar o desfasamento entre os países mais pobres e os países mais ricos, dilatando as iniquidades de rendimento e de espaço entre os diversos países.

Um vasto corpo de literatura, cujo o enfoque tem sido, predominantemente, os efeitos do Novo Paradigma Tecno-Económico nos países industrializados. A evidência empírica (Oliner e Sichel, 2000; Pohjola, 2001; Jalava e Pohjola, 2002) indica que a difusão das TIC tem um impacto significativo e positivo, apesar dos graus variarem, no crescimento económico. Para além disso, utilizando modelos de crescimento neoclássicos, alguns estudos têm demonstrado que o investimento em tecnologias de informação tem contribuído largamente para o crescimento económico nos EUA (Sichel, 1997) e na Finlândia (2001).

Tendo por base estas conclusões, parece plausível admitir que o NPTE pode oferecer um novo canal para o desenvolvimento económico, o qual pode permitir aos países não tão avançados apanharem o comboio sustentado do desenvolvimento. Por conseguinte importante que tipo de mudanças estruturais associadas esta “nova” economia implica para os países da União Europeia que se encontram mais atrasados nestas áreas.

Enquanto existe uma literatura substancial sobre os possíveis determinantes da globalização, muito menos trabalho tem sido realizado para compreender os determinantes da difusão das TIC, mesmo contemplando o universo dos países desenvolvidos. Deste modo, uma nova investigação pode acrescentar algo por considerar os seguintes assuntos: (i) a literatura empírica sobre o impacto da difusão das TIC assume causalidade (simples) contemporânea, uma vez que é bastante provável que as variáveis possam estar co-integradas ou influenciadas por efeitos de desfasamento; (ii) a direcção da causalidade tem sido, em geral, assumida em vez de formalmente confirmada; (iii) algumas variáveis importantes têm sido de um modo geral omitidas, em particular variáveis de política (como o Investimento Directo Estrangeiro ou o Grau de Abertura ao Comércio Internacional) ou indicadores de

liberdade económica (como Direitos de Propriedade, Burocracia e Transparência, Intervenção do Estado na Economia, Carga Fiscal, etc.) que podem ser cruciais quer para a acessibilidade quer para a disseminação das TIC.

Muitos estudos enfatizaram que existe um elemento de “*leapfrogging*” no uso de TIC (World Bank, 1998; Kenny, 1995 e 2000), argumentando que o uso de TIC leva a reformas económicas mais eficazes já que aumenta a eficiência da administração pública e reduz a burocracia. Por seu turno, o maior acesso à informação e ao conhecimento resulta numa maior participação das pessoas e num maior desenvolvimento humano (Hadden, 1996; UNDP, 1993 3 2000), o que parece intuitivo: uma redução da assimetria de informação que aumenta o acesso à informação e ao conhecimento para todos, impede que uma parte tire partido de oportunidades de monopólio a favor do lucro e, ao mesmo tempo, permite a participação de grupos anteriormente excluídos.

Contudo, o papel das TIC no aumento do rendimento e no desenvolvimento humano através da redução de barreiras às assimetrias de conhecimento e informação ainda não está suficientemente testado nos países industrializados, e por conseguinte procura-se, neste ponto estimar a relação entre a difusão de TIC e um conjunto de variáveis macroeconómicas e de políticas, para uma amostra dos 15 países que constituem a União Europeia. Mais especificamente, este ponto explora a natureza e a ligação das ligações entre a difusão das TIC e o rendimento per capita, o comércio, a literacia e a educação, e um indicador de liberdade económica. O número de *Internet hosts*, *Internet users*, computadores pessoais e telefones móveis, são utilizados como indicadores das TIC. De acordo com Kiiski e Pohjola (2002), as estimativas de um Modelo de Gompertz, de difusão de tecnologia, são geradas pela utilização destes quatro indicadores, bem como de um conjunto de variáveis mencionadas acima.

4.2.1. Descrição dos dados e da metodologia

Os quatro indicadores de TIC utilizados sob a forma de um índice composto são: subscritores de celulares móveis por 100 habitantes, computadores pessoais por 100 habitantes, *Internet hosts* por 10.000 habitantes e *Internet users* por 10.000 habitantes. Os dados destas variáveis percorrem o período 1999-2001 e são retirados do site da *International Telecommunication Union* (ITU, 2002), sendo que as primeiras três variáveis podem ser vistas

como indicadores do estado da infraestrutura de TIC, enquanto o quarto indicador, mede o acesso à Internet.

Neste âmbito, vale a pena notar que as diferenças entre as tecnologias de comunicação e as tecnologias de informação tornaram-se algo ténues. Por exemplo, os telefones móveis são em primeira instância ferramentas de comunicação mas, com o advento das aplicações sem fios, os consumidores podem aceder a dados e a informação via celular. A Internet é, principalmente, um indicador de tecnologias de informação, embora muitos utilizadores comuniquem uns com os outros a partir dos seus computadores pessoais. Deste modo todos os indicadores de informação (hosts, users e PC) tornaram-se ferramentas de comunicação.

De acordo com Kiiski e Pohola (2002), o Modelo de Gompertz de difusão da tecnologia é usado para estudar a disseminação de TIC, podendo ser expresso pela equação seguinte:

$$\ln T_{i01} - \ln T_{i99} = \delta\beta_0 + \delta\beta_1 \ln INCOME_i + \lambda'Z_i - \delta \ln T_{i99} + \varepsilon, (1)$$

em que ε é um ruído branco.

Ou seja, tal como em Kiiski e Pohjola, esta equação baseia-se nas hipóteses seguintes: (i) a difusão entre o valor do indicador de TIC em 2001 e o seu valor em 1999 é uma função da difusão entre um valor alvo (ou nível de pós difusão) T^* e o valor em 1999, o que pode escrito como:

$$\ln T_{i01} - \ln T_{i99} = \delta(\ln T_i^* - \ln T_{i99}^*), (2)$$

onde δ representa a velocidade de difusão. O nível pós difusão é então função do rendimento e de um vector Z_i que inclui liberdade económica, abertura e outras variáveis.

Na ausência de um preço de TIC adequado, este estudo assume que o rendimento per capita, as variáveis de política e os indicadores de liberdade são os principais determinantes de um nível de equilíbrio (alvo) de TIC, cuja equação, na forma logarítmica, pode ser expressa como:

$$\ln T_i^* = \beta_0 + \beta_1 \ln INCOME_i + \lambda'Z_i (3)$$

Neste sentido a equação (1) representa o modelo a ser estimado, sendo derivado da substituição da equação (3) em (2).

As variáveis que compõem o vector Z são:

- a educação (utilizou-se a educação terciária como factor que pode influenciar a difusão de TIC);
- a literacia (utilizou-se um índice que pertence ao Human Development Index);
- a liberdade económica (Índice composto de liberdade económica elaborado pela Heritage Foundation, que inclui políticas de comércio, políticas monetárias, fluxos de capital e investimento estrangeiro, controlo de preços e salários, regulações financeiras, propriedades intelectuais, direitos de propriedade, transparência, burocracia, intervenção do governo na economia, carga fiscal);
- Grau de abertura ao exterior (Peso das Exportações e Importações no PIB);
- Investimento Directo Estrangeiro (Fluxos *inward de FDI*).

QUADRO 6:
RESULTADOS DO MODELO DE GOMPERTZ (UE15) – MELHORES REGRESSÕES

Variável dependente: Difusão TIC				
	(1)	(2)	(3)	(4)
Velocidade de difusão [δ]	0,472*** (0,080)	0,507*** (0,062)	0,667*** (0,092)	0,502*** (0,091)
Constante [$\delta\beta_0$]	-5,312 (3,793)	-4,800 (3,782)	-1,045 (2,470)	-5,023 (3,729)
INCOME (rendimento per capita) [$\delta\beta_1$]	0,884* (0,428)	0,982** (0,403)	0,997** (0,397)	0,882** (0,426)
Grau de Abertura (Peso das EXP e IMP no PIB)	0,545** (0,325)	0,799*** (0,135)		0,683** (0,282)
IDE (Fluxos <i>Inward</i>)	0,430** (0,166)	0,487** (0,175)		0,459** (0,160)
Literacia (índice do HDI)	0,249* (0,135)		0,348*** (0,027)	
Educação (terciária)	0,278* (0,142)	0,332*** (0,027)		
Liberdade Económica (índice da Heritage Foundation)	0,368* (0,201)		0,470** (0,166)	0,430** (0,166)
F-test	10,18*	30,50***	31,02***	27,66***
Adjusted R ²	0,659	0,875	0,893	0,801
Número de Observações	15	15	15	15

Notas: Standard errors em parêntesis.

*=nível de significância nos 10%, **=nível de significância nos 5%, ***=nível de significância nos 10%.

De modo sumário, os resultados fornecem suporte ao papel do rendimento como um grande determinante da difusão de TIC, o que é consistente com as conclusões Niininen (2001), Hargittai (1999), Quah (2001), Norris (2000) e Kiiski e Pohjola (2002). Do mesmo modo o grau de abertura tende a influenciar a difusão de TIC mas de uma forma menor, o que confirma que as restrições ao comércio constituem elevadas barreira à adopção e disseminação das TIC. É ainda importante destacar que estes são efeitos de procura já que se referem ao uso, e não à produção de TIC.

Por outro lado, a estimação apresenta valores para a velocidade de ajustamento (dada pelo parâmetro delta) que são consistentes com a crescente adopção de TIC.

Uma vez que os níveis de TIC indicam que um determinado nível de difusão já ocorreu, o stock de TIC é usado como uma *proxy* para a difusão de TIC. A influência da difusão de TIC em indicadores económicos e sociais de desenvolvimento (IESD) é examinada, utilizando a expressão infra:

$$IESD_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_i + \gamma' \Pi_i + \varepsilon.$$

Na prática, o que se fez foi inverter a lógica do modelo, ou seja, depois de tentar demonstrar que determinadas variáveis influenciam a difusão de TIC, nesta fase, procura aferir a influência dessa mesma difusão num conjunto de indicadores económicos e sociais utilizados na primeira fase.

QUADRO 7:
RESULTADOS DO IMPACTO CONTEMPORÂNEO DA DIFUSÃO DAS TIC (UE15) – MELHOR REGRESSÃO

Variável dependente: Liberdade Económica	
	(1)
Constante [α_0]	-1,570*** (0,482)
INCOME (rendimento per capita) [α_1]	1,085*** (0,254)
Difusão TIC (índice composto)	1,936*** (0,560)
F-test	27,70***
Adjusted R ²	0,913
Número de Observações	15

Notas: Standard errors em parêntesis.

*=nível de significância nos 10%,**=nível de significância nos 5%, ***=nível de significância nos 10%.

Na sua globalidade os resultados empíricos indicam que a disseminação das TIC alimenta o desenvolvimento económico e, por isso, são consistentes com os resultados de outros estudos (Norris, 2000; Kiiski e Pohjola, 2002). Embora se esperasse que a difusão tivesse um efeito desfasado no indicadores de liberdade, os resultados empíricos indicam que é mais provável uma causalidade contemporânea, o que, possivelmente, reflecte a rapidez das mudanças que resultam de uma elevada exposição à globalização e ao aumento da integração das tecnologias de informação e comunicação.

5. CONCLUSÃO

A mudança tecnológica tem sido considerada o motor principal do crescimento desde, como vimos nos primeiros capítulos, os primórdios do pensamento económico, estendendo a sua importância à actualidade por via do surgimento de um conjunto de novas tecnologias que encurtam distâncias espaciais e temporais e que acentuam a capacidade dinâmica de difundir, adaptar e aplicar informação e conhecimento como uma capacidade de adquirir e tirar proveito de vantagens competitivas.

A introdução e disseminação das TIC tem originado efeitos quantitativos e qualitativos de uma índole tão vasta que, que são sinónimo de alterações estruturais profundas, no lado oferta - por intermédio de acréscimos de produtividade por parte das firmas que investem intensivamente em TIC, nos sectores utilizadores de TIC e nas taxas de retorno superiores -, e no lado da procura - por intermédio de alterações na função de utilidade (dos consumidores) e de investimento (das empresas), que induzem alterações nos padrões de consumo e investimento.

Com efeito estas mudanças tecnológicas radicais implicam novas formas de organização, novos perfis de qualificações da força de trabalho, novos padrões de localização, novas infraestruturas, novos tipos de firmas dominantes, etc, fazendo deslocar o paradigma “tecno-económico”, ou seja, afectando a economia no seu todo. Num contexto social e económico em que a informação (mais concretamente o seu acesso e tratamento) e, em última instância, o conhecimento, constituem as condições *sine qua non* de um processo de crescimento económico mais ou menos sustentado no médio e longo prazo, as tecnologias de informação e comunicação surgem como o elemento condutor de uma economia conduzida por uma dinâmica de procura, já que funcionam, à luz de um novo paradigma tecnológico, como uma espécie de progresso técnico moderno capaz de catalizar o crescimento económico no contexto globalizante actual.

Deste modo, a tradução prática de um processo de difusão e disseminação das novas TIC, coadjuvado por um processo transversal de globalização das actividades económicas e pela intensificação da concorrência internacional, caracteriza-se, actualmente, por uma utilização extensiva de tecnologias e formatos digitais, por um acesso cada vez mais generalizado à informação e ao conhecimento, e por uma lógica de trabalho em rede, acarretando, por isso, implicações de natureza estrutural, organizacional e humana, que configuram a existência de um Novo Paradigma Tecno-Económico.

O aumento substancial de capacidade do lado da tecnologia, é auxiliado por determinados factores que levam a uma rápida difusão e adaptação das tecnologias e das suas novas aplicações. Esta interacção entre o “empurrão da tecnologia” e o “puxão do mercado” que, se reforçam mutuamente, foi responsável pelo desenvolvimento explosivo registado pela Internet, dando origem a um novo mercado caracterizado não só por uma individualização da comunicação em massa mas também pelas mais diversas formas de comércio electrónico.

As estruturas de custos, os tipos de receitas e as estruturas das cadeias de valor estão igualmente sujeitas a transformações radicais, pelo que um conhecimento destas novas condições de mercado é absolutamente indispensável para as empresas que desejam conceber e implementar estratégias eficazes. No NPTE a quantidade supera a escassez como uma fonte de valor, e o retorno positivo, muitas vezes referido como “rendimentos crescentes”, resultante dos efeitos directos e indirectos mencionados acima, assume-se como uma característica dominante das regras dos novos mercados. Assim, dada a existência de efeitos de rede, quanto maiores forem as redes, maior é a sua atractividade, o que induz mais utilizadores a se juntarem, gerando ainda mais efeitos directos e indirectos, gerando uma espécie de ciclo dos retornos positivos.

Neste NPTE de natureza internacional, baseado em relações, informação e ideias imateriais, e numa interconectividade sem precedentes, a comunicação entre os participantes é o fio condutor do desenvolvimento e a digitalização e o trabalho em rede são os aceleradores das possibilidades de interacção e de troca de informação sendo por isso determinantes para o crescimento económico como um todo. Assim sendo, este NPTE coloca a tónica na capacidade de adaptação à mudança tecnológica e na influência das preferências dos consumidores, tornando o acesso à informação uma condição de sucesso e o conhecimento um factor de sucesso e de progresso económico.

6. BIBLIOGRAFIA

- Abramowitz, M. (1971), Resource and output trends in the United States since 1870, in N. Rosenberg (ed.), *The Economics of Technological Change*, London.
- Abramowitz, M., David, P. A. (1996), Technological Change and the Rise of Intangible Investments: the US Economy's Growth-path in the Twentieth Century, in D. Foray e B. A. Lundvall (eds.), *Employment and Growth in the Knowledge-based Economy*, OECD Documents, Paris, OCDE.
- Abramowitz, M., David, P. A. (2000), American Macroeconomic Growth in the Era of Knowledge-Based Progress: The Long-Run perspective, in S. L. Engerman and R. E. Gallman (eds.), *An Economic History of the United States: The Twentieth Century*, Vol. 3, New York, Cambridge University Press.
- Aghion, P., Howitt, P. (1992), A Model of Growth through Creative Destruction, *Econometrica*, 60.
- Aghion, P., Howitt, P. (1994), Endogenous technical change: the Schumpeterian perspective, in Pasinetti, L. L. e Solow, R. M. (eds.), *Economic Growth and the Structure of Long-term Development*, Houndmills and London, Macmillan.
- Aghion, P., Howitt, P. (1998), *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, Mass, MIT Press.
- Amendola, M., Gaffard, J. F. (1988), *The Innovative Choice*, Oxford.
- Andersen, E.S. (2001), Toward a Multiactivity generalisation of the Nelson-Winter model, *Paper presented at 2001 Nelson e Winter Conference*, Aalborg.
- Arrow, K. J. (1962), The economic implications of learning by doing, *Review of Economic Studies*, 29.
- Atkinson, A. B., Stiglitz, J. E. (1969), A new view of technological change, *The Economic Journal*, Vol.69.
- Atkinson, R., Court, R. (1998), *The New Economy Index*, New Economy Index Organization, November.
- Baily, M. N., Gordon, R. (1988), The productivity slowdown, measurement issues and the explosion of computer power, *Brookings Papers on Economic Activity*, 2.
- Barro, R., Sala-I-Martin, X. (2001), *Economic Growth*, New York, London, McGraw-Hill.
- Baumol, W. J. (1986), Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long Run Data Show, *American Economic Review*, 76.

- Blanchard, O., Fischer, S. (1989), *Lectures on Macroeconomics*, Cambridge, The MIT-Press.
- Bosworth, B., Triplett, J. (2000), What's New About the New Economy? IT, Economic Growth and Productivity, *Working Paper*, Brookings Institution.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. (1995a), Paradox Lost? Firm-level evidence of the returns to information systems spending, *Management Science*.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. (1995b), Information Technology as a factor of production: the role of differences among firms, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 3.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. (2000), Beyond Computation: Information Technology, Organization Transformation and Business Performance, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14.
- Caballero, R. J., Jaffé, A. B. (1993), How High Are the Giant's Shoulders: An Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of Economic Growth, *NBER Macroeconomics Annual*, Cambridge MA, MIT Press.
- Cantwell, J. A. (1989), Introduction, in Cantwell, J. A. (ed.), *Technological Innovation and Multinational Corporation*, Oxford, Basil Blackwell.
- Cantwell, J. A. (1991), The Theory of Technological Competence and its applications to international production, in McFetridge, D. (ed.), *Foreign Investment, Technology and Economic Growth*, Calgary, The University Calgary Press.
- Cantwell, J. A. (1994), Introduction, in Cantwell, J. A. (ed.), *Transnational Corporation and Innovative Activities*, London and New York, Routledge.
- Carlsson, B., Eliasson, G. (1990), The Nature and Importance of Economic Competence, *Working Paper*, Case Western Reserve University and IUI, Stockolm.
- Carlsson, B., Taymaz, E. (1991), The Role of Technological Progress and Economic Competence in Economic Growth, *Working Paper*, IUI, Stockolm.
- Cassel, G. (1918), *The Theory of Social Economy*, 1932 edition, New York, Harcourt, Brace and Company.
- Coase, R. M. (1937), The Nature of the Firm, *Economica*, Volume IV, November.
- Cockburn, I., Henderson, R., Stern, S. (1999), The Diffusion of Science-driven Drug Discovery: Organizational Change in Pharmaceutical Research, *NBER Working Paper*, 7559, Cambridge, MA.
- Cohen, S. S., DeLong, J. B., Zysman, J. (2000), Tools for Thought: What is New and Important About the "E-economy", *BRIE Working Paper N° 138*, Berkeley University.

- Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1989), Innovation and Learning: The Two Faces of I&D, *Economic Journal*, 99.
- Cohen, W. M., Malerba, F. (2000), Is tendency to variation a chief cause of progress?, *Paper for the DRUID 2001 Nelson and Winter Conference*, Aalborg.
- Comissão Europeia (2001), *European Competitiveness Report 2001*, Bruxelas.
- Cornwall, J., Cornwall, W. (1994), Growth Theory and Economic Structure, *Economica*, Vol. 61.
- Daft, R. L. (1995), *Organization Theory and Design*, 5th Edition, Minneapolis, West.
- Dalum, B., Freeman, C., Simonetti, R., Verspagen, B., Von Tunzelmann, N. (1999), Europe and the Information and Communications Technologies Revolution, *The Economic Challenge to Europe. Adapting to Innovation Based Growth*, J. Fagerberg, P. Guerrieri and B. Verspagen, Aldershot, Edward Elgar.
- David, P. A. (1985), Clio and the economics of QWERTY, *American Economic Association Papers and Proceedings*, 75 (2).
- David, P. (1990), The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox, *American Economic Review*, 80.
- David, P. A., Foray, D. (1995), Accessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base, *STI Review*, 16, Paris, OECD.
- David, P. A., Foray, D. (2001), Introduction, *International Social Science Journal*, n° 171, UNESCO.
- Davies, G., Brookes, M., Williams, N. (2000), Technology, the Internet and the New Global Economy, *Goldman Sachs Global Economic Paper*, March.
- Dicken, P. (1998), *Global Shift (Transforming the World Economy)*, 3rd Edition, London, Chapman.
- Dixit, A., Stiglitz, J. (1977), Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity, *American Economic Review*, 67.
- Domar, E.D. (1957), *Essays in the Theory of Economic Growth*, Oxford, Oxford University Press.
- Dosi, G. (1982), Technological Paradigms and Technological Trajectories, *Research Policy*, Vol. 11.
- Dosi, G. (1984), *Technical Change and Industrial Transformation*, London, MacMillan.
- Dosi, G. (1988), Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation, *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVI, September.

- Dosi, G., Orsenigo, L. (1988), Coordination and Transformation: An Overview of Structures, Behaviours and Change in Evolutionary Environments, in Dosi, G., Freeman, C., et al. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, London, Pinter Publishers.
- Dosi, G., Nelson, R. R. (1994), An Introduction to evolutionary theory in economics, *Research Policy*, Vol. 61.
- Dosi, G., Marleba, F. (1996), Organizational learning and Institutional embeddedness, in Dosi, G. and Marleba, F. (eds.), *Organisation and Strategy in the Evolution of the Enterprise*, London, Macmillan Press.
- Dosi, G., Marsili, O., Orsenigo, L., Salvatore, R. (1995), Learning, Market Selection and the Evolution of Industrial Structures, *Small Business Economics*, 7.
- Dosi, G., Pavitt, K., Soete, L. (1990), *The Economics of Technological Change and International Trade*, Brighton, Wheatsheaf.
- Downes, L., Mui, C. (1998), *Unleashing the Killer App. Digital Strategies for Market Dominance*, Harvard, MA, Harvard Business School Press.
- Durlauf, S. N. (1993), Nonergodic economic growth, *Review of Economic Studies*, 60 (2)
- Durlauf, S. N., Johnson, P. A. (1992), Local versus Global Convergence across National Economies, *NBER Working Paper*.
- Eliasson, G. (1990), *The Knowledge-based Information Economy*, IUI, Stockholm.
- European Communication Council (2000), *E-economics. Strategies for the Digital Marketplace*, Springer.
- Ethier, W. J. (1982), National and International Returns to Scale in the Modern Theory of International Trade, *American Economic Review*, 72.
- Fagerberg, J. (1987), A Technology Gap Approach to Why Growth Rates Differ, *Research Policy*, 16.
- Fagerberg, J. (1988), Why Growth Rates Differ, *Technical Change and Economic Theory*, G. Dosi, C. Freeman, R. R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete, London, Pinter, 16.
- Fagerberg, J. (1994), Technology and international differences in growth rates, *Journal of Economic Literature*, 32.
- Fagerberg, J., Verspagen, B. (1996), Heading for Divergence? Regional growth in Europe reconsidered, *Journal of Common Market Studies*, 34.

- Fagerberg, J., Verspagen, B., Caniels, M. (1997), Technology, Growth and Unemployment across European Regions, *Regional Studies*, 31.
- Fagerberg, J., Guerrieri, P., Verspagen, B. (1999), Europe – A long View, in *The Economic Challenge to Europe. Adapting to Innovation Based Growth*, J. Fagerberg, P. Guerrieri and B. Verspagen, Aldershot, Edward Elgar.
- Favereau, O. (1998), Notes sur la théorie de l'information à laquelle pourrait conduire l'économie des conventions, in P. Petit (ed.), *L'Economie de L'Information*, Paris, La Découverte.
- Fel'dman, G. (1928), On the Theory of Rates of Growth of the National Income, *Planovoe khozyaistvo*.
- Frankel, M. (1962), The Production Function in Allocation and Growth: A Synthesis, *American Economic Review*, 55.
- Fraumeni, B., Landefeld, S. (2000), Measuring the New Economy, *Working Paper*, BEA.
- Freeman, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, London, Pinter Publishers.
- Freeman, C. (1987) The Challenge of New Technologies, *Interdependence and Cooperation in Tomorrow's World*, Paris, OECD.
- Freeman, C., Clark, J., Soete, L. (1982), *Unemployment and Technical Innovation*, London, Pinter.
- Freeman, C., Soete, L. (1987), *Technical Change and Full Employment*, London, Basil Blackwell.
- Freeman, C., Perez, C. (1988), Structural crisis of adjustment: business cycles and investment behavior, in G. Dosi et al., *Technical Change and Economic Theory*, London, Pinter.
- Freeman, C., Soete, L. (1990), Fast Structural Change and Slow Productivity Change: Some Paradoxes in the Economics of Information Technology, *Structural Change and Economic Dynamics*, 1.
- Freeman, C., Soete, L. (1997), *The Economics of Industrial Innovation. 3rd Edition*, London and Washington, Pinter.
- Gaffard, J. F. (1991), Coûts irrécouvrables et creation de technologie, in Clement, W. (ed.), *Industrieökonomie Bend II, Beiträge zur Ökonomie der Innovation*, Vienna.
- Goody, J. (1977), *The Domestication of the Savage Mind*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gordon, R. (2000), Does the "New Economy" Measure Up to the Great Inventions of the Past", *Journal of Economic Perspectives*, Vol.14, N° 4.

- Griliches, Z. (1995), Comments on measurement issues in relating IT expenditures to productivity growth, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 3.
- Grossman, G. M., Helpman, E. (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge MA, MIT Press.
- Guellec, D. (2000), Economic Growth in Europe: entering a new era?, *Working Paper N° 2000-05*, CEPII.
- Gundlach, E. (2001), Interpreting Productivity Growth in the New Economy: Some Agnostic Notes, *Kiel Working Papers 1020*, Kiel
- Harcourt, G. C. (1972), *Some Capital Controversies in the Theory of Capital*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Harrod, R.F. (1939), An essay in dynamic theory, *Economic Journal* 49, 14-33.
- Hayek, F. A. (1948), The meaning of competition, in *Individualism and Economic Order*, Chicago, Chicago University Press.
- Helpman, E. (1998), *General Purpose Technologies and Economic Growth*, Cambridge, MIT Press.
- Jones, C. (1995), R&D-Based Models of Economic Growth, *Journal of Political Economy*, 103.
- Jones, C. (1998), *Introduction to Economic Growth*, W.W. Norton & Company, New York/London.
- Jorgensen, D., Stiroh, K. (1999), Information Technology and Growth, *American Economic Review*.
- Kaldor, N. (1954), The relation of economic growth and cyclical fluctuations, *Economic Journal* 64, 53-71.
- Kaldor, N. (1957), A model of economic growth, *Economic Journal*, 57.
- Kaldor, N. (1961), Capital accumulation and economic growth, in F.A. Lutz and D.C. Hague (eds), *The Theory of Capital: Proceedings of a Conference Held by the International Economic Association*, Macmillan, London, chapter 10, pp. 177-222.
- Kalecki, M. (1937), The Principle of Increasing Risk, *Economica*.
- Keynes, J.M. (1930), *A Treatise on Money*, Vol. I, Chps. 10-11, 15-19
- Keynes, J.M. (1936), *The General Theory of Employment, Interest, and Money*, London, Macmillan.
- Kieser, A. (1989), Entstehung und Wandel von Organisationen. Ein evolutionstheoretisches Konzept, in Bauer, L., Matis, H. (eds), *Evolution – Organization – Management, Zur Entwicklung und Selbststeuerung komplexer Systeme*, Berlin

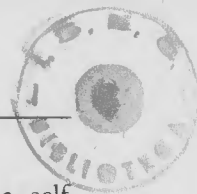
- Kleinknecht, A. (1987), *Innovation Patterns in Crisis and Prosperity. Schumpeter's Long Cycle Reconsidered*, London, Macmillan.
- Kline, S. J. e Rosenberg, N. (1986), An overview of innovation, in Landau, R. and Rosenberg, N. (eds.), *The Positive Sum Strategy*, Washington, National Academy Press.
- Kling, R., Lamb, R. (2000), IT and Organizational Change in Digital Economies: A Sociotechnical Approach; in E. Brynjolfsson and B. Kahin (eds.), *Understanding the Digital Economy – Data, Tools and Research*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Kuznets, S. (1959), *Six Lectures on Economic Growth*, New York, Free Press.
- Lakhani, K., Von Hippel, E. (2000), How Open Source Software Works: Free User to User Assistance, *Working Paper n° 4117*, MIT Sloan School.
- Lederer, Emil (1938), *Technical progress and unemployment. An enquiry into the obstacles to economic expansion*, Geneva, International Labour Office.
- Leontief, W. (1941), *The Structure of the American Economy 1919-1929: An Empirical Application of Equilibrium Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Loasby, B. J. (1991), *Equilibrium and Evolution. An exploration of connecting principle in economics*, Manchester and New York, Manchester University Press.
- Los, B. (1999), *The Impact of Research and Development on Economic Growth and Structural Change*, Enschede, Ph.D. thesis University of Twente.
- Lowe, A. (1954), The Classical Theory of Economic Growth, *Social Research*.
- Lowe, A. (1976), *The Path of Economic Growth*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Lucas, Robert E. (1988), On the Mechanics of Economic Development, *Journal of Monetary Economics*, 22.
- Lundvall, B., Johnson, B. (1994), The Learning Economy, *Journal of Industry Studies*, Vol. 1, N° 2.
- Madden, A. P. (1998), The Lawgiver Gordon Moore, *the Red Herring*, April.
- Mankiw, N.G. (1995), The Growth of Nations, *Brooking Papers on Economic Activity*, 25, p. 275-310.
- Mankiw, N.G., Romer, D., Weil, D.N (1992), A Contribution to the Empirics of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107.
- Marleba, F., Orsenigo, L. (1993), Technological Regimes and Firm Behaviour, *Industrial Corporate Change*, 2.

- McCallum, B.T. (1996), Neo-Classical vs. Endogenous Growth Analysis: An Overview, *National Bureau of Economic Research*, 5844.
- McKelvey, B., Aldrich, H. (1983), Populations, Natural Selection, and Applied Organizational Science, *Administrative Science Quarterly*, 28.
- Meade, J.E. (1961), *A Neo-Classical Theory of Economic Growth*, 1983 reprint of 1962 edition, Westport, Conn, Greenwood.
- Meade, J.E. (1963), The Rate of Profit in a Growing Economy, *Economic Journal*.
- Meijers, H. (1999), Low Inflation in the Information Economy and the role of the Internet. An explorative view, *Paper for Workshop on Internet Economics*, Groningen, MERIT and International Institute on Infereconomics.
- Metcalf, S. (1998), Evolutionary concepts in relation to evolutionary economics, *CRIC Working Papers*, No 4, University of Manchester.
- Metcalf, S., Fonseca, M. D., Ramlogan, R. (2000), Innovation, growth and competition: evolving complexity or complex evolution?, *Paper presented at Complexity and Complex systems in Industry Conference*, University of Warwick.
- Metcalf, S., Gibbons, M. (1989), Technology, variety, and organisation, *Research on Technological Innovations & Management and Policy*, Vol. 4, JAI Press.
- Morishima, M. (1960), Economic Expansion and the Interest Rate in Generalized von Neumann Models, *Econometrica*.
- Morishima, M. (1964), *Equilibrium, Stability and Growth*, Oxford: Clarendon Press.
- Neisser, H. P. (1942), Permanent Technological Unemployment: Demand for Commodities is not Demand for Labor, *American Economic Review*, 32.
- Nelson, R. R. (1992), What is “commercial” and what is “public” about technology, and what should be?, in Rosenberg, N., Landau, R. e Mowery, D. C. (eds.), *Technology and the Wealth of Nations*, Stanford, Stanford University Press.
- Nelson, R. R. (1994), What has been the matter with neoclassical growth theory, in Silverberg, G., Soete, L. (eds.), *The Economics of Growth and Technical Change*, Aldershot, Edward Elgar.
- Nelson, R.R. (1995), Recent Evolutionary Theorizing about Economic Change, *Journal of Economic Literature*, Vol. 33, pp. 48-90.
- Nelson, R. R. (1996), *The Source of Economic Growth*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

- Nelson, R. R. (1998), The agenda for growth theory: a different point of view, *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 22.
- Nelson, R. R., Winter, S.G. (1974), Neoclassical vs. evolutionary theories of economic growth: critiques and prospectus, *Economic Journal*, Vol. 84.
- Nelson, R. R., Winter, S.G. (1977), In the search of a useful theory of innovation, *Research Policy*, Vol. 6.
- Nelson, R. R., Winter, S.G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Nelson, R. R., Winter, S.G., Schuette, L. H. (1976), Technological Change in an evolutionary model, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 90.
- Nordhaus, W. D. (1969), *Invention, Growth and Welfare*, Cambridge, Mass, MIT Press.
- Nordhaus, W. (2000), Productivity Growth and the New Economy, *Working Paper*, Yale University, November.
- OCDE (1991), *Technology and Productivity: the challenge for economic policy*, Paris, OECD.
- OCDE (1992), *Technology and the Economy: the Key Relationships*, Paris, OECD.
- OCDE (1998), *Intangible Investment from an Evolutionary Perspective*, Paris, OECD.
- OCDE (1999), *The Knowledge-Based Economy. A set of facts and figures*, Paris, OECD.
- OCDE (2000a), *Differences in Economic Growth across the OECD in the 1990s: the role of innovation and information technologies*, DSTI Preliminary findings and contribution to the growth project, Paris, OECD.
- OCDE (2000b), *A New Economy? The Changing Role Of Innovation and Information*, Paris, OECD.
- OCDE (2000c), *Measuring the ICT Sector*, Paris, OECD.
- Oliner, S., Sichel, D. (1994), Computers and output growth revisited: how big is the puzzle?, *Brookings Papers on Economic Activity*, 2.
- Oliner, S., Sichel, D. (2000), The resurgence of Growth in the late 1990s: is Information Technology the story?, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, N° 4.
- Oltra (1998), Industrial Dynamics and Diversity in Schumpeterian Technological Regimes, *Paper presented at ETIC Conference*, Strasbourg, 16-17 October.
- Pasinetti, L. (1962), Rate of Profit and Income Distribution in Relation to the Rate of Economic Growth, *Review of Economic Studies*.

- Pavitt, K., Soete, L. (1982), International Differences in Economic Growth and the International Location of Innovation, *Emerging Technologies: The Consequences for Economic Growth, Structural Change and Employment*, H. Giersch, Tuebingen, Mohr.
- Peneder, M. (2001), *Entrepreneurial Competition and Industrial Location. Investigating the Structural Patterns and Intangible Sources of Competitive Performance*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Perez, C. (1983), Structural change and the assimilation of new technologies in the economic and social systems, *Futures*, 15.
- Perez, C. (1985), Microelectronics, long waves and world structural change: new perspective for developing countries, *World Development*, Vol. 13.
- Polanyi, M. (1967), *The Tacit Dimension*, New York, Doubleday Anchor.
- Quah, D. (2000), Internet cluster emergence, *European Economic Review*, 44 (4-6).
- Quah, D. (2001a), ICT clusters in development: Theory and evidence, *Working Paper*, LSE Economics Department.
- Quah, D. (2001b), Economic Growth: Measurement, *International Encyclopedia of Social and Behavioral Sciences*, Vol 3.4, 85.
- Quah, D. (2001c), The weightless economy in economic development, in Matti Pohjola (ed.), *Information Technology, Productivity, and Economic Growth*, UNU/WIDER and Sitra, chapter 4, Oxford, Oxford University Press.
- Quah, D. (2001d), Demand-driven knowledge clusters in a weightless economy, *Working Paper*, LSE Economics Department.
- Quah, D. (2002a), Technology Dissemination and Economic Growth: Some Lessons for the New Economy, *Working Paper*, University of Hong Kong's 90th Anniversary Celebrations, 2001.
- Quah, D. (2002b), Digital Goods and the New Economy, *Working Paper*, LSE Economics Department.
- Robinson, J. (1962), *Essays in the Theory of Economic Growth*, London, Macmillan.
- Romer, P. M. (1986), Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*, 94.
- Romer, P. M. (1987), Crazy Accumulation in the Theory of Long Run Growth, in Stanley Fischer, *NBER Macroeconomics Annual*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Romer, P. M. (1989), Capital Accumulation in the Theory of Long Run Growth, in Robert J. Barro, ed., *Modern Business Cycle Theory*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

- Romer, P. M. (1990), Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, 98.
- Romer, D. (1996), *Advanced Macroeconomics*, New York, London, McGraw-Hill.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Santangelo, G. D. (2001), The Evolutionary Perspective on Growth, *Working Paper*, University of Catania.
- Sargent, T. (1987), *Macroeconomic Theory*, New York, Academic Press.
- Saxenian, A. (1994), *Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge MA and London, Harvard University Press.
- Scherer, F. M. (1965), Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions, *The American Economic Review*, Vol. LV, No. 5, Part 1.
- Schmookler, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Cambridge Mass, Harvard University Press.
- Schumpeter, J.A. (1911), *The Theory of Economic Development: An inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle*. (translated by Redvers Opie, with a special preface by the author). Cambridge Mass, Harvard University Press, 1934. Second Printing 1936; third printing 1949.
- Schumpeter, J.A. (1939), *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, New York, McGraw-Hill.
- Schumpeter, J.A. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York, Harper & Borthers, Revised 2nd Edition, 1947. Enlarged 3rd edition, 1950.
- Schumpeter, J.A. (1989), *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Philadelphia, Porcupine Press.
- Segerstrom, P. S., Anant, T., Dinopoulos, E. (1990), a Schumpeterian Model of the Product Life Cycle, *American Economic Review*, 80.
- Shell, K. (1973), Inventive Activity, Industrial Organizations, and Economic Activity, in J. Mirrlees and N. Stern (eds), *Models of Economic Growth*, London, MacMillan.
- Sichel, D. (1997), *The Computer Revolution. An Economic Perspective*, Washington, Brookings Institution.
- Silverberg, G. (1988), Modelling Economic Dynamics and Technical Change: Mathematical Approaches to Self Organization and Evolution, *Technical Change and Economic Theory*, G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson e L. Soete, London.



- Silverberg, G., Dosi, G., Orsenigo, L. (1988), Innovation, diversity, and diffusion: a self organising model, *Economic Journal*, Vol. 98.
- Silverberg, G., Lenhert, D. (1994), Growth Fluctuations in a Evolutionary Model of Creative Destruction, *The Economics of Growth and Technical Change. Technologies, Nations, Agents*, G. Silverberg and L. Soete, Aldershot, Edward Elgar.
- Silverberg, G., Verspagen, B. (1994), Learning, Innovation and Economic Growth. A Long Run Model of Industrial Dynamics, *Industrial and Corporate Change*, 3.
- Silverberg, G., Verspagen, B. (1995), Long Term Cyclical Variations of Catching Up and Falling Behind. An Evolutionary Model, *Journal of Evolutionary Economics*, 5.
- Silverberg, G., Verspagen, B. (1998), Economic Growth and Economic Evolution: A Modelling Perspective, *Selbsorganisation. Jahrbuch für Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften*, F. Schweitzer and G. Silverberg, Dunker & Humblot, 9.
- Smith, A. (1776), *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, 2 Volumes, Indianapolis, Liberty Fund Edition (1981).
- Smith, K. (2001), Assessing the economic impacts of ICT, *STEP Rapport*, STEP Group, Maastricht.
- Solow, R.M. (1956), A contribution to the theory of economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, 70, pp. 65-94.
- Solow, R.M. (1957), Technical Change and the Aggregate Production Function, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, pp. 312-20.
- Solow, R. M. (1987), We'd Better Watch Out, *New York Times Book Review*.
- Soete, L., Turner, R. (1984), Technological diffusion and the rate of technological change, *Economic Journal*, Vol. 94.
- Soete, L., Ter Wheel, B. J. (1999), Innovation, Knowledge Creation and Technology Policy in Europe, *MERIT Research Memorandum 99-001*, Maastricht.
- Soete, L., Ter Wheel, B. J. (2001a), Schumpeter and the Knowledge-Based Economy: On Technology and Competition Policy, *Paper for MERIT*, Maastricht.
- Soete, L., Ter Wheel, B. J. (2001b), Innovation, knowledge creation and technology policy in Europe, *Paper for MERIT*, Maastricht.
- Spence, M. (1976), Product Selection, Fixed Costs, and Monopolistic Competition, *Review of Economic Studies*, 43.

- Swan, T.W. (1956), Economic Growth and Capital Accumulation, *Economic Record*, Vol. 32 (2), p.334-61.
- Uzawa, H. (1965), Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth, *International Economic Review*, 6.
- Van Duijn, J. J. (1983), *The Long Wave in Economic Life*, London, Allen & Unwin.
- Van Dijk, M. (1998), Technological Regimes and Industrial Dynamics: The Evidence from Dutch Manufacturing, *Paper presented at the UNU-INTECH Conference on Industrial Structure, Innovation Dynamics an Technology Policy*, 16-17 October, Lisbon, Portugal.
- Verspagen, B. (2000), Economic Growth and Technological Change. An Evolutionary Interpretation, *Merit Working Paper*, 2nd draft.
- Von Hippel, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford University Press.
- Von Neumann, J. (1937), A Model of General Economic Equilibrium, in K. Menger, editor, *Ergebnisse eines mathematischen Kolloquiums*, 1935-36, (Translated and reprinted in *RES*, 1945).
- Von Tunzelmann, N. (1995), *Technology and Industrial Progress. The Foundations of Economic Growth*, Cheltenham, Edward Elgar.
- Walras, L. (1874), *Elements of Pure Economics: Or the theory of social wealth*, 1954 translation of 1926 edition, Homewood, Ill.: Richard Irwin.
- Williamson, O. E. (1975), *Market and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications. A Study in the Economics of International Organisation*, The Free press, New York.
- Wilson, D. (1995), IT Investment and its Productivity Effects. An Organizational Sociologist's Perspective on directions for Future Research, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 3.
- Winter, S. G. (1971), Satisficing, selection and the Innovation Remnant, *Quarterly Journal of Economics*, Vol 85.
- Winter, S. G. (1984), Schumpeterian Competition in alternative Technological Regimes, *Journal of Economic Behaviour*, 5.