

As TIC e a Produtividade: Desmistificação de um Paradoxo

Orlando Gomes

Escola Superior de Comunicação Social [Instituto Politécnico de Lisboa] e
Unidade de Investigação em Desenvolvimento Empresarial [UNIDE/ISCTE].
ogomes@escs.ipl.pt

Resumo

Este artigo assume-se como um survey das sucessivas interpretações avançadas para o célebre ‘paradoxo de produtividade’ proposto em 1987 por Robert Solow. Grosso modo, o paradoxo pode ser identificado com a evidência empírica que revela a ausência de uma relação clara e forte entre a revolução iniciada há duas décadas no campo das tecnologias de informação e comunicação e o crescimento da produtividade. As mais influentes explicações e contra-argumentos face ao paradoxo são explorados neste texto, desde a ideia de que as novas tecnologias se assumem como general purpose technologies, até à especificidade da revolução tecnológica em curso, que envolve muito mais o lado da procura que algum outro processo de inovação fundamental no passado. O texto inclui ainda um apêndice técnico, onde o paradoxo de produtividade é discutido com recurso aos instrumentos de modelização da teoria do crescimento económico.

Palavras-chave: TIC, Progresso técnico, Produtividade, Crescimento económico.

Title: ICT and productivity: Demystifying a paradox

Abstract

This paper surveys the various interpretations for the known ‘productivity paradox’ proposed in 1987 by Robert Solow. Generally speaking, the paradox can be identified with the empirical evidence that reveals the absence of a strong and clear relation between the revolution in the field of information and communication technologies, initiated two decades ago, and the growth of productivity. The most influential explanations and counter-arguments relatively to the paradox are explored in this text, from the idea that new technologies are general purpose technologies, to the specificity of the technological revolution we are observing today, which involves much more the demand side than any other fundamental innovation process in the past. The text includes a technical appendix, where the productivity paradox is discussed using the modelling instruments of the economic growth theory.

Keywords: ICT, Technical progress, Productivity, Economic growth.

1- Introdução

As duas últimas décadas testemunharam um importante debate teórico e um significativo esforço de prova empírica que procurou relacionar a revolução tecnológica nos campos da disseminação de informação e dos meios de comunicação com a evolução dos indicadores de produtividade, nomeadamente a produtividade do trabalho. Esta discussão tem por base a provocação lançada por aquele que é sem dúvida o

fundador e a referência fundamental da moderna teoria do crescimento económico, Robert Solow. Solow (1987) presenteou-nos com a desconcertante constatação de que a era dos computadores pode ser observada em todo o lado excepto nos indicadores de produtividade.

Se é certo que nas duas décadas mais recentes esta realidade em parte se alterou (a segunda metade da década de 90, em particular, foi um período de rápido crescimento económico internacionalmente, que sem dúvida se deveu não apenas a um maior ritmo de acumulação de factores, mas a um acelerar do crescimento da produtividade), a verdade é que o desfazamento notório entre o potencial adstrito às novas tecnologias e aquilo que foi conseguido no que respeita ao crescimento económico mundial não deixa por certo de causar um sério incómodo aos teóricos que desde sempre advogaram a intuitiva e estreita ligação entre progresso técnico, produtividade acrescida e consequente aceleração do ritmo de crescimento da riqueza material.

A dúvida descrita, que na literatura ganhou a designação de ‘paradoxo de produtividade’ [ver Brynjolfsson (1993)], necessita pois de clarificação. Neste texto, o tema é debatido tendo presente os fundamentos teóricos do impacto da produtividade sobre o crescimento, que os economistas têm desenvolvido desde Solow (1956). A relação central a estabelecer é a observada entre progresso técnico [no caso concreto em apreço, essencialmente a inovação relacionada com as tecnologias de informação e comunicação (TIC)] e a entidade que os economistas denominam por produtividade total de factores (TFP), isto é, o factor residual que explica o crescimento do produto para além de tudo aquilo que possa ser medido directamente e enquadrado nas definições de factores materiais (capital e trabalho). Aqui, o termo ‘residual’ não deve ser confundido com pouco importante, uma vez que, pelo contrário, desde os estudos iniciais no campo da contabilidade do crescimento se viria a dar grande relevo a este factor [na secção 2, alguns destes estudos serão referenciados; de acordo com Solow (1957), o crescimento económico Norte-americano da primeira metade do século XX seria explicado em apenas 13% pela acumulação de capital; o resíduo, ou PTF, justificaria toda a percentagem remanescente].

No que concerne à evidência empírica, múltiplos estudos têm sido desenvolvidos nas duas últimas décadas, com resultados que são relativamente consensuais. Kraemer e Dedrick (2001) contrastam o crescimento do investimento em TIC nos EUA para o período entre 1973 e 1995, com o crescimento da produtividade no mesmo período. A diferença é impressionante: enquanto o investimento em TIC cresceu em média quase 16% ao ano, a produtividade cresceu menos de 1% em média anual. Se a esta evidência juntarmos a observação que antes da introdução desta nova vaga de inovação a produtividade crescia significativamente mais (por exemplo, ela cresceu a uma média anual de 2.3% entre 1965 e 1973), então a evidência parece conduzir-nos à estranha e paradoxal constatação de que a revolução tecnológica iniciada no último quarto do século XX significou um retrocesso na capacidade de criação de riqueza material.

Outros estudos, mais ou menos sofisticados do ponto de vista dos instrumentos estatísticos utilizados, conduzem a um mesmo resultado; independentemente de a análise ser realizada para a América do Norte ou para o restante mundo desenvolvido, é um facto inegável que o investimento massivo em TIC não foi de modo algum acompanhado por taxas de crescimento da produtividade minimamente significativas.

Este facto foi fortemente salientado nos anos subsequentes à dúvida apresentada por Solow [ver Loveman (1988), Harris e Katz (1991) e Parsons, Gotlieb e Denny (1993)], tendo no entanto vindo a ser contestado a partir de meados da década de 90 quando

finalmente a produtividade começou a revelar algum sinal de recuperação. Mesmo que do ponto de vista macroeconómico ainda não seja possível estabelecer uma correlação positiva forte entre TIC e produtividade, algumas relações são já indesmentíveis; por exemplo, Oliner e Sichel (2000) destacam que uma parte significativa do crescimento da produtividade do trabalho na década de 90 encontra explicação na introdução de novas tecnologias.

Como se salientará na secção 3, a relação entre inovação em TIC e produtividade não é de modo algum directa, e por esta razão os estudos empíricos que procuram essa ligação deverão ser mais criteriosos, procurando por um lado identificar diferentes tipos de TIC dado que nem todos terão certamente o mesmo impacto sobre a produtividade e, por outro lado, identificando factores que são instrumentais para que a introdução de tecnologias possa ter reflexo em termos de produção acrescida. Por exemplo, Schreyer e Pilat (2001) e Bechetti, Bedoya e Paganetto (2003) desagregam as TIC em diversos tipos de tecnologia (a distinção entre hardware e software, por exemplo, é uma das distinções fundamentais para a percepção mais pormenorizada da questão); Ark e Piatkowski (2004) e Vijselaar e Albers (2004) fazem a desgragação em termos de actividades económicas, distinguindo entre sectores produtores e sectores utilizadores de TIC; outros autores procuram associar a relação TIC / produtividade a outros elementos como sejam a mudança organizacional ou as economias de rede [Bertschek e Kaiser (2004) e Creti (2001)].

Independentemente do modo de análise e das variáveis envolvidas há uma realidade contra-intuitiva que necessita de ser explicada. Esta explicação é esboçada nas secções que se seguem. A secção 2 enquadra o problema nos paradigmas fundamentais da teoria económica da produtividade e do crescimento; a secção 3 revê a literatura e discute as principais ideias que defendem a teoria económica em relação à realidade aparentemente paradoxal; a secção 4 introduz uma dimensão importante relativa à economia do conhecimento – a dimensão geográfica – e discute as respectivas implicações. Além disso, apresenta algumas ideias importantes que distiguem esta revolução tecnológica em relação a anteriores por ter um papel muito mais significativo no lado da procura; por fim, a secção 5 conclui. O artigo desenvolve ainda, em apêndice, um pequeno modelo teórico de crescimento económico, em que o progresso técnico assume especial relevo.

2- Inovação, Tecnologia e TIC

Quando confrontados com uma nova dificuldade, os economistas procuram nos seus velhos paradigmas as similaridades suficientes para explicar os novos fenómenos com base nas regras há muito estabelecidas. A revolução proporcionada pelas TIC terá certamente algo de intrinsecamente novo e diferente de outros processos de inovação tecnológica no passado, mas por outro lado ela tem também algo de muito semelhante à descoberta do fogo, à invenção da roda, ao domínio das técnicas de cultivo das terras e à introdução da electricidade no sistema produtivo. Trata-se de progresso técnico e este permite a acumulação de um factor tecnológico, que tal como os factores físicos (capital físico e capital humano) contribui para a criação de riqueza.

É com as lentes da economia convencional que a relação entre progresso técnico e produtividade é analisada nesta secção. Do ponto de vista empírico, referiu-se na introdução que a análise quantitativa da relação entre progresso técnico, produtividade e crescimento remonta à década de 1950, onde um conjunto de autores desenvolveu e aplicou uma técnica, conhecida por contabilidade do crescimento, através da qual o

processo de crescimento pode ser medido com recurso a uma função de produção neoclássica com rendimentos decrescentes nos factores reprodutíveis e rendimentos constantes à escala [ver Abramovitz (1956), Solow (1957), Denison (1967) ou Jorgenson e Griliches (1967)]. Sendo observável o crescimento do produto e o crescimento das quantidades de capital e de trabalho, poder-se-ia por defeito obter uma outra medida: a parcela do crescimento que não tinha justificação na acumulação de factores materiais. A PTF e o respectivo crescimento (este viria a ganhar a designação de ‘resíduo de Solow’) seriam assim medidos indirectamente, como a diferença entre o crescimento do produto e o crescimento dos inputs tangíveis.

A interpretação do resíduo de Solow suscitou algum debate na comunidade académica: representa de facto este uma medida de produtividade ou é sobretudo uma ‘medida da nossa ignorância’, englobando para além do crescimento da produtividade todos aqueles factores que não podem ser directamente mensuráveis, incluindo-se nestes erros de especificação dos modelos e insuficiências dos instrumentos de análise empírica? Independentemente da resposta a esta questão, surgiu como evidente desde início que o crescimento da PTF é de tal forma significativo que esta não pode ser ignorada ou considerada como exógena nos quadros conceptuais explicativos do crescimento.

Se é verdade que os primeiros exercícios de contabilidade do crescimento apontavam para a enorme relevância do resíduo, o desenvolvimento da técnica viria a permitir reduzir esse peso. Na prática, ao considerar outros elementos, como a qualidade dos factores produtivos, uma agregação mais correcta dos diversos tipos de capital e de trabalho, uma medição mais precisa da depreciação e obsolescência dos factores, entre outros, a acumulação de factores físicos e humanos voltaria a sustentar grande parte da explicação do crescimento. Na década de 90, com os influentes estudos de Krugman (1994) e Young (1995), parece cair definitivamente por terra o mito da PTF, uma vez que estes autores verificam que o extraordinário crescimento das economias do Sudeste asiático se deveu essencialmente à acumulação de factores (elevadas taxas de poupança e uma aposta forte na formação e educação das pessoas) e não a um ‘milagre de produtividade’ como muitas vezes se sugeriu.

Se quisermos esvaziar completamente a questão da produtividade, não é de facto muito difícil; bastará argumentar nos seguintes termos: se, quando consideramos o capital humano e de uma forma pormenorizada a qualidade dos factores produtivos, pouco sobra para explicar no crescimento das economias, então o que é verdadeiramente a produtividade? Se os factores capital e trabalho acabam por englobar índices de qualidade que reflectem métodos de gestão, diversos tipos de externalidades ou spillovers, actividades formais de I&D, ..., o que é que verdadeiramente sobra?

Os argumentos anteriores levam-nos a pensar numa solução de compromisso e bom senso; na realidade, os estudos iniciais da contabilidade do crescimento terão com certeza exagerado o papel do progresso técnico, mas também não o devemos menosprezar. Será necessário estabelecer com rigor o limite ou a fronteira entre incremento no valor dos factores produtivos e acréscimos de produtividade. Talvez, como refere Howitt (1996), o problema seja essencialmente de conceito ou significado e não um problema de medida. De qualquer modo, como defendem Hall e Jones (1999), quando por exemplo observamos que o produto por trabalhador nos EUA é 35 vezes superior ao produto por trabalhador no Níger, certamente tal não se explica unicamente por diferenças na dotação de factores.

A discussão do paradoxo em si fica adiada para a próxima secção, no entanto fica já esta nota importante: o paradoxo de produtividade não se restringe apenas às TIC, podendo e

devendo ser considerado numa perspectiva mais ampla que englobe toda a revolução técnica dos últimos 50 a 60 anos. E aqui uma vez mais o que verificamos é que o progresso técnico em massa nunca foi acompanhado por um acréscimo significativo da produtividade, pelo contrário, nomeadamente a partir de 1974 é evidente a quebra na produtividade [Greenwood e Yorukoglu (1997)].

3- Explicações para um Paradoxo

A existência de um paradoxo de produtividade, ainda que não tão significativo como inicialmente sugerido, exige a necessidade de procurar explicações credíveis para o desfazamento entre a evidência e o raciocínio lógico. Seguindo Triplett (1999), Gordon (2000), Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt (2002) e Gunnarsson, Mellander e Savvidou (2004), entre outros, apresentam-se alguns dos mais importantes argumentos que desmistificam o paradoxo.

O argumento mais imediato é o do desfazamento temporal. Nenhuma inovação, por mais importante que se tenha revelado para o acelerar do crescimento da riqueza material, produziu resultados imediatos. Desde a descoberta do fogo à invenção da imprensa e da máquina a vapor, foram necessárias décadas, ou mesmo séculos, para que os ganhos de produtividade relacionados adquirissem de facto uma grande dimensão consentânea com o respectivo potencial.

Apesar do rápido crescimento e disseminação das TIC (não esqueçamos que a Internet é o instrumento de comunicação de mais célere crescimento de sempre e que o rápido declínio dos preços desta tecnologia não tem precedentes na história da humanidade), estas deverão ser entendidas como um passo adicional no progresso técnico que envolve a evolução da sociedade humana. Este progresso técnico necessita de tempo para produzir resultados visíveis no que concerne à dinâmica de crescimento.

Deste modo, faz sentido a identificação de um efeito negligenciável ou mesmo negativo das TIC sobre o crescimento da produtividade numa primeira etapa; este efeito inverter-se-á com o aumento progressivo do acesso às novas tecnologias, gerando-se um processo de difusão que ajuda a criar um ciclo virtuoso de adopção de tecnologia, o qual será alimentado por um conjunto de externalidades positivas associadas a um efeito de rede.

Segundo este ponto de vista, apesar de ser significativo o impacto da revolução das TIC na opinião pública na década de 80, a verdade é que o seu uso generalizado só se inicia mais tarde. Quando Solow enuncia o paradoxo terá talvez falado um pouco cedo demais – o efeito de rede subjacente ao uso das TIC ainda não era suficientemente forte para poder justificar uma ideia de uso generalizado nem suficientemente forte para implicar efeitos de crescimento significativos.

Associada à ideia anterior está a constatação de que as TIC pertencem a uma classe particular de tecnologias, que ganharam a designação de ‘tecnologias de propósito geral’ (GPT, do inglês general purpose technology). As GPT podem ser identificadas com descobertas e invenções fundamentais como a electricidade ou o telefone, e a sua principal característica será a capacidade de penetração (pervasiveness), isto é, a universalidade que lhe poderá ser dada em termos de uso nos mais variados sectores de actividade. Para uma discussão do papel económico das GPT ver, entre outros, Bresnahan e Trajtenberg (1995), Helpman e Trajtenberg (1994, 1996), Helpman (1998) e Gomes (2005).

De acordo com os autores citados, as GPT são geradas descontinuamente no tempo e de uma forma exógena relativamente aos incentivos de mercado; assim, uma nova GPT corresponderá a uma descoberta básica, de aplicação não imediata ao sistema produtivo e cuja evolução implica duas fases. A primeira fase, que na literatura ganhou a designação ‘tempo de semear’, caracterizar-se-á por uma transferência relativamente lenta de recursos de actividades que não fazem uso dessa tecnologia para actividades que efectivamente a ela recorrem; nesta fase, os ganhos de produtividade serão reduzidos ou mesmo negativos. Numa segunda fase, ‘o tempo de colher’ corresponderá a um período em que o uso da GPT se generalizou e a este se associou o recurso a múltiplos factores complementares, tornando-se possível através de efeitos de rede, potenciar o crescimento da produtividade.

Pensando nas TIC como uma GPT, encontramos suporte para uma perspectiva de ciclo económico. A introdução das TIC (décadas de 70 e 80) terá produzido um decréscimo inicial de produtividade, enquanto a estrutura produtiva não se adaptou a elas (renovação dos stocks de capital físico, aquisição de novos conhecimentos por parte da mão-de-obra, alteração de métodos e práticas de trabalho), tendo-se seguido uma fase de desenvolvimento (que englobará porventura a mais recente década e meia) em que é evidente a recuperação do ritmo de crescimento da produtividade, que terá ocorrido a par da implementação generalizada da GPT e do seu acrescido domínio e manejo eficiente por parte do grosso da mão-de-obra nos diversos sectores de actividade económica.

Nesta perspectiva, o crescimento da produtividade induzido pela presente GPT estará porventura no seu auge, tendo dado lugar a múltiplas inovações de carácter secundário (que fazem uso da inovação fundamental), sendo que novo declínio da produtividade é provável nas próximas décadas, enquanto uma nova GPT não só surge como ganha capacidade para transformar a organização do trabalho e da estrutura produtiva dando lugar a uma nova fase de produtividade acrescida. Se os anos 80 foram uma ‘década de semear’, podemos seguramente descrever os anos que se seguiram e o momento actual como ‘tempo de colher’, e a este inevitavelmente sucederá um novo ‘tempo de semear’.

Em complemento à visão macro dos parágrafos anteriores, podemos encontrar reposta para o paradoxo de produtividade numa perspectiva mais próxima do trabalho nas organizações. De acordo com Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt (2002), de pouca utilidade será o investimento em tecnologias da informação por parte das empresas se este não for acompanhado por reestruturações na organização do trabalho e no enriquecimento das capacidades da mão-de-obra. O estudo empírico destes autores permite concluir que as empresas mais produtivas são, sem surpresa, aquelas que combinam uma forte aposta nas TIC e um investimento significativo em capital humano. O facto surpreendente é que as empresas com baixo nível tecnológico e mão-de-obra pouco qualificada revelam-se mais produtivas do que as que apresentam fortes contrastes (elevado nível de TIC e níveis reduzidos de capital humano, e o contrário).

O corolário imediato da constatação prévia é que a chave para o paradoxo da produtividade aparenta residir no modo como o investimento em capital humano por parte da empresa individual acompanha o investimento tecnológico; negligenciar esta complementaridade pode justificar a razão pela qual em muitas empresas o up-grading tecnológico resultou em perdas dramáticas de produtividade. Como este fenómeno foi recorrente e comum a pequenas e grandes empresas, um simples exercício de agregação leva-nos ao resultado macro de acordo com o qual a introdução de tecnologias

potenciadoras de maior eficiência evoluiu a par de um crescimento da produtividade desapontador.

Também Hughes e Morton (2005) defendem a ideia de que o sucesso das TIC ao nível empresarial requer um conjunto de investimentos complementares e mudanças organizacionais que serão específicos à actividade em causa. Estes autores propõem uma solução holística, isto é, uma visão de conjunto para a introdução bem sucedida das TIC. O sucesso advirá da capacidade para combinar um conjunto de forças motrizes interdependentes, as quais estão ligadas a factores organizacionais como a cultura e a estrutura da empresa, e também à formulação de uma estratégia de excelência, capaz de captar as oportunidades de mercado e aproveitar o potencial produtivo que as TIC disponibilizam.

Independentemente da especificidade e das contingências próprias a cada negócio, as TIC parecem requerer, em qualquer caso, uma mudança organizacional drástica. Sem esta capacidade de adaptação às TIC, que no fundo acabam por ser acessíveis à generalidade das organizações, a capacidade competitiva diminui e a produtividade ressentem-se disso. A mudança organizacional implica aqui simultaneamente a necessidade de reorganização de estruturas físicas, mas também e sobretudo, como referido atrás, reestruturar métodos de trabalho e atribuir poder e responsabilidade aos indivíduos que trabalham na empresa no sentido de lhes fazer entender o seu protagonismo na ligação entre TIC e produtividade.

Sob a perspectiva micro, clarifica-se a ideia de que o mais importante não é a aquisição de tecnologia mas sim o que dela se faz, isto é, o modo como a tecnologia é integrada e adaptada à vida da organização e como esta gere, de modo holístico, os activos complementares no sentido de se reestruturar e assim permanecer competitiva no mercado. Sem o investimento em activos adicionais, como os processos organizativos ou a formação dos trabalhadores, as TIC revelam-se simplesmente contraproducentes.

As pistas atrás apresentadas para confrontar o paradoxo de produtividade podem ser sintetizadas no seguinte argumento genérico. Constituindo as TIC uma GPT, tal tem necessariamente duas consequências: primeiro, o seu impacto no que concerne ao crescimento económico não é imediato; segundo, este impacto também não é automático. Há necessidade de tempo e de esforço na adaptação de estruturas produtivas (nomeadamente ao nível do papel do factor trabalho) para que a aceleração da produtividade ocorra. Uma vez esta em marcha, externalidades de rede e spillovers de conhecimento abrem caminho a um processo de rápido crescimento da produtividade.

Avançamos ainda, nesta secção, duas explicações adicionais para o paradoxo. A primeira é meramente formal. Podemos colocar a dúvida de Solow como um problema contabilístico, isto é, se não vemos os computadores nas estatísticas de produtividade, tal não significa que não estejam lá; podemos sim não os conseguir identificar ou medir. No fundo, regressamos às deficiências da contabilidade do crescimento. No que respeita à relação entre investimento em TIC e crescimento da produtividade, a dúvida encontra-se no facto de só se contabilizar os ganhos de produtividade directos das TIC; torna-se impraticável medir efeitos indirectos, como o aumento da qualidade dos bens já produzidos e a criação de novos bens e serviços, distinguindo com rigor aqueles que de entre estes surgiriam do mesmo modo sem TIC e os que são parcial ou totalmente estimulados por estas.

A segunda explicação deriva da anterior, no sentido em que coloca o acento tónico na impossibilidade de medição de alguns dos mais importantes efeitos do progresso técnico, mas tem um carácter de maior substância pois não faz depender a justificação

do paradoxo de erros ou insuficiências de medida. Soete (1996), Young (1998) e De Loo e Soete (1999) defendem a posição de que o carácter único da revolução tecnológica em curso reside na evidência de que os esforços de investimento em I&D têm vindo a ser orientados para a diferenciação do produto, em muito maior escala do que para a inovação de processos ou produtos; em consequência, apesar do impacto ao nível do bem-estar dos consumidores ser significativo, o efeito sobre o crescimento económico é praticamente negligenciável.

Nas palavras de De Loo e Soete (1999, p. 7), “A noção de que o esforço de I&D é cada vez mais atribuído à diferenciação do produto, aumentando assim o bem-estar dos consumidores, e simultaneamente exibindo apenas efeitos limitados no crescimento económico, pode ser o caminho mais produtivo na explicação do paradoxo de produtividade.”

4- A Dimensão Espacial e o Consumo de Conhecimento

As diversas interpretações do paradoxo de produtividade na secção precedente têm dois pontos em comum: nada dizem sobre o carácter a-espacial das TIC, o qual será uma característica que distingue esta de outras inovações fundamentais no passado; e concentra-se no lado da oferta, ou seja, as TIC são encaradas simplesmente como um factor de incremento do potencial produtivo (no fundo, como um novo factor produtivo) e nada mais, de modo que os seus potenciais efeitos são procurados apenas nas estatísticas de produtividade. Nesta secção, a questão geográfica é abordada e o consumo de conhecimento é discutido.

As TIC distinguem-se de outras tecnologias por estarem associadas a bens-conhecimento ou bens digitais. Seguindo a definição de Quah (2002) e Gomes (2004a), estes bens possuem características distintivas. São, na realidade, bitstrings, isto é, sequências de zeros e uns que podem ser transmitidas electronicamente. De entre as propriedades específicas dos bens digitais destacam-se a não rivalidade (os bens-conhecimento assemelham-se a bens públicos no sentido em que o respectivo consumo não elimina a sua existência, continuando disponíveis para uso por parte de terceiros), a expansibilidade infinita (custos de produção estão concentrados na primeira unidade; unidades adicionais são produzidas a um custo marginal praticamente nulo); discrição (só unidades inteiras do bem têm utilidade); recombinação (os bens digitais podem ser recombinados no sentido em que a informação necessária para a produção de uma variedade de bem digital pode com facilidade ser reconvertida de modo a originar outro bem digital); finalmente, os bens-conhecimento são eminentemente a-espaciais (desrespeitam a distância geográfica, no sentido em que praticamente ao mesmo custo o bem pode ser difundido a curta ou a longa distância).

O conjunto de propriedades brevemente sintetizadas atrás permite-nos perceber a especificidade da economia do conhecimento. Delas resultam três importantes implicações:

- i) Exigem uma estrutura produtiva reconfigurada de modo a tirar o máximo proveito, no que toca às relações de mercado, das propriedades de recombinação, expansibilidade infinita e não rivalidade. No fundo, a necessidade de alterar a organização da produção de forma a orientar as novas tecnologias para o estímulo à produtividade foi o objecto da secção anterior. Não voltaremos pois a discutir esta questão;
- ii) A não espacialidade produz profundas alterações no modo como pensamos a produção e o comércio. Estaremos, como o defende Cairncross (2001) a assistir ‘à

morte da distância' no que às relações económicas diz respeito? Este argumento será brevemente discutido em seguida;

iii) Algumas das propriedades enunciadas conduzem à observação, que Quah (2001) sublinha, de que a economia baseada no conhecimento não é simplesmente uma economia que utiliza mais intensivamente o conhecimento na produção, mas é também um sistema económico onde os consumidores têm um contacto crescente com bens e serviços que têm características de conhecimento. A este ponto voltar-se-á no final da presente secção.

Dado o carácter a-espacial da generalidade dos bens-conhecimento, uma vez que podem ser codificados e enviados à distância acarretando tal custos apenas negligenciáveis, é quase imediato saltarmos para a conclusão de que a par da introdução das TIC assistimos, para determinados sectores de actividade, ao fim da geografia. As actividades económicas terão muito maior liberdade de escolha na localização, dado que um dos factores principais perde quase por completo a sua relevância.

O raciocínio anterior terá implicações decisivas sobre o comércio, nomeadamente o comércio internacional, uma vez que as trocas são evidentemente determinadas em primeira instância pelo modo como as unidades económicas decidem localizar-se.

No entanto, o argumento em si é falacioso. Puga (1999), Venables (2001) e Gomes (2004b) destacam a ideia de que ao invés de induzir uma dispersão geográfica das actividades produtivas (aproximando-as dos consumidores) a a-espacialidade intrínseca às TIC contribui para uma concentração geográfica acrescida, isto ao contrário daquilo que uma observação pouco reflectida poderia justificar. Na prática, as actividades intensivas em TIC tendem a estar mais concentradas do que as correspondentes a sectores tradicionais – existem economias de aglomeração que induzem a uma concentração geográfica das indústrias que fazem uso das novas tecnologias.

Fujita, Krugman e Venables (1999) ponderam forças centrípetas e forças centrífugas. As primeiras, potenciadoras da concentração geográfica, estão associadas ao aproveitamento de mercados de trabalho locais, acesso a fornecedores especializados e, acima de tudo, ao tirar partido de spillovers de conhecimento. As forças centrífugas, ou economias de desaglomeração, identificam-se com factores imóveis, deseconomias externas de congestionamento e custos elevados de transporte.

A classificação referida fornece-nos uma pista importante para a percepção do problema da localização na nova economia. As TIC, ao reduzirem custos de transporte e comunicação destronam uma importante força centrífuga. Só se os custos de transporte e comunicação são elevados um produtor pode sobreviver fora da aglomeração (onde os custos de acesso a fornecedores, mão-de-obra e conhecimento tácito são significativamente maiores). De outro modo, apenas na presença de elevados custos relacionados com a distância, os produtores isolados enfrentarão uma concorrência exígua pela sua procura local por parte dos produtores concorrentes mais eficientes em escala da grande aglomeração.

A lição fundamental que a observação ponderada da relação entre geografia e TIC nos trás é, pois, que perante custos de transporte menos significativos, as economias de escala e aglomeração ganham um protagonismo acrescido e a concentração na localização onde os níveis de produção são à partida mais elevados é inevitável. A força centrípeta economias de escala ganha terreno em relação à força centrífuga custos de transporte.

Por fim, uma última referência para o sugestivo trabalho de Quah (2001), que apresenta uma interpretação original para o paradoxo de produtividade. Diz-nos este autor que se pretendermos encarar as TIC apenas como mais uma GPT, capaz de influenciar profundamente um número significativo de sectores da economia, então não há de facto nada de muito novo na nova economia. Estaremos perante mais um conjunto de aperfeiçoamentos tecnológicos, ou seja, estaremos apenas a avaliar impactos do lado da oferta, ou seja, a questão da produtividade será a questão central se não mesmo a única a necessitar de reflexão.

Segundo a visão de Quah, o desapontamento generalizado em relação ao concretizar do potencial das TIC advém desta visão limitada de que ela deveria potenciar apenas e só benefícios do lado da oferta. A economia é interacção entre procura e oferta; qualquer novo fenómeno deverá sim ser observado de ambos os lados do mercado.

Nesta perspectiva, a verdadeira revolução está de facto do lado da procura. Uma percentagem significativa dos bens e serviços que hoje consumimos são bens-conhecimento, conforme a definição apresentada há pouco (software informático, entretenimento audiovisual, serviços comercializados on-line, ...); perceber os modos de transacção, disseminação e consumo destes bens de natureza digital deverá então ser tão ou mais importante do que resolver o paradoxo de produtividade.

De qualquer modo, olhar para a procura pode permitir também avançar uma explicação para o paradoxo; se a introdução de novas tecnologias na produção não permitiu de imediato o crescimento da produtividade espectável, tal facto pode significar não uma incapacidade dos produtores em implementar eficientemente as TIC, mas sim uma relutância do lado da procura em participar na nova economia. Apesar de crescentemente consumirmos bens-conhecimento, a verdade é que o respectivo potencial de crescimento é ainda muito grande, e neste sentido um aumento de produtividade induzido por estímulos da procura é possível nas próximas décadas.

Se entendermos que as mudanças mais profundas na nova economia são muito mais as alterações nos padrões de consumo do que o impacto sobre a eficiência produtiva e que, por conseguinte, é provável que a nossa atenção não se tenha centrado no fundamental do problema, teremos concerteza uma visão mais profunda da originalidade da mutação tecnológica em curso.

5- Notas Finais

Embora correspondendo a noções distintas, tecnologia e produtividade sempre foram entendidas em conjunto pelos economistas. A relação de causalidade é claramente intuitiva: o progresso técnico conduz necessariamente ao crescimento da produtividade. Quando verificamos que a realidade não confirma esta lógica, temos dois caminhos; revemos a teoria, ou em alternativa procedemos a uma observação mais atenta, ponderada e pormenorizada dos factos. Esta segunda via parece a indicada para desmistificar a desadequação encontrada entre a mais recente grande mutação tecnológica e os indicadores de produtividade.

Perceber, entre outros aspectos, que há certamente um período de adequação das estruturas produtivas e sociais a uma nova GPT, que as novas tecnologias assumem características distintivas que exigem em simultâneo severas mudanças organizacionais para que o seu potencial possa ser realizado, e que as TIC para além de tecnologia ao serviço da produção são também bens-conhecimento alvo de consumo, ajuda-nos a perspectivar a questão na sua verdadeira dimensão, isto é, as ferramentas da análise

económica continuam válidas, todavia há também elementos novos a não negligenciar: a velocidade de disseminação, o extremo grau de ‘pervasiveness’, a transformação não apenas na forma de produzir mas também naquilo que é produzido, as implicações profundas na vida de todos os agentes (produtores e consumidores) e o impacto sobre os custos de transporte e comunicação são alguns dos pontos distintivos que exigem um cuidado acrescido quando pretendemos enquadrar as TIC no processo contínuo de inovação tecnológica.

Perceber que as TIC têm características únicas é crucial ao nível da sua rentabilização em termos de crescimento da produtividade. As lições a retirar da controvérsia gerada por esta problemática nos últimos 20 anos servem o propósito de constituir um poderoso conjunto de indicações de política económica com vista ao estímulo do crescimento da produtividade. Parece evidente, por exemplo, que qualquer política desequilibrada na promoção das TIC e no simultâneo investimento em capital humano conduz a um resultado nocivo, nomeadamente o risco de os níveis de produtividade caírem para valores inferiores àqueles que se verificam em sectores que permanecem tradicionais, onde a ausência de novas tecnologias é acompanhada por uma mão-de-obra com baixos níveis de escolaridade.

Apêndice – Um Modelo de Produtividade e Crescimento

A relação entre produtividade e crescimento é, na sua forma mais simples, descrita pelo paradigma do consumidor representativo, proposto por Ramsey (1928) e adaptado para a teoria do crescimento por Cass (1965) e Koopmans (1965).

Considere-se um consumidor representativo, cuja variável de controle é o consumo per capita, c_t , e que maximiza intertemporalmente (tendo como ponto de partida o momento $t=0$) uma função de utilidade, $U(c_t)$, num horizonte infinito e considerando um factor de desconto $\beta < 1$,

$$\text{Max}_c \sum_{t=0}^{+\infty} U(c_t) \cdot \beta^t \quad (1)$$

A função de utilidade é, regra geral, admitida como crescente e côncava, face aos seus argumentos, no caso, para já, apenas o consumo.

O problema (1) estará sujeito a uma ou mais restrições, consoante o número de sectores produtivos considerados. Admitamos três sectores: o sector produtor de capital físico, o sector produtor de capital humano e o sector tecnológico. A estes correspondem os seguintes processos de acumulação,

$$k_{t+1} - k_t = f^k(v_1 k_t, u_1 h_t, A_t) - c_t - \delta k_t, \quad k_0 \text{ dado.} \quad (2)$$

$$h_{t+1} - h_t = f^h(v_2 k_t, u_2 h_t, A_t) - \delta h_t, \quad h_0 \text{ dado.} \quad (3)$$

$$A_{t+1} - A_t = f^A(v_3 k_t, u_3 h_t, A_t) - \delta A_t, \text{ A0 dado.} \quad (4)$$

As equações às diferenças (2) a (4) são semelhantes na sua forma, correspondendo cada uma delas à acumulação de um tipo de bens. A equação (2) corresponde ao sector produtor de bens finais; estes podem ser alvo de consumo ou reutilizados no processo produtivo sob a forma de capital físico (kt, variável per capita). Esta forma de capital está sujeita a depreciação ($\delta > 0$ é uma taxa de depreciação). A função fk representa o processo produtivo no sector de bens finais e consoante a interpretação do crescimento que se considera ela terá formas diferentes: em concreto, crescimento neoclássico implica rendimentos marginais decrescentes de cada um dos factores e rendimentos de escala constantes; a noção de crescimento endógeno estará associada à presença de rendimentos marginais não decrescentes de pelo menos um dos factores em pelo menos uma das três funções de produção das equações (2) a (4).

Note-se, em relação a fk, e também em relação às funções de produção nas restantes equações, a distinção de natureza que é feita entre tecnologia, At, e os dois factores físicos, o capital físico e o capital humano, também per capita, ht. A tecnologia é o único factor não rival e que, por conseguinte, pode ser utilizado nos três sectores produtivos sem necessidade de se repartir entre eles. Quanto ao capital físico e ao capital humano, as respectivas quantidades disponíveis terão de ser repartidas pelos três

sectores de modo que $v_i, i=1,2,3$ e $u_i, i=1,2,3$ são fracções tais que $\sum_{i=1}^3 v_i = 1$ e $\sum_{i=1}^3 u_i = 1$.

Quanto às equações (3) e (4), os processos produtivos de capital humano e de tecnologia seguem regras similares: a acumulação destes factores está dependente da forma funcional específica das respectivas funções de produção e ambos os factores estarão também eventualmente sujeitos a um processo de depreciação / obsolescência (por uma questão de simplificação admite-se, nas expressões fornecidas, uma mesma taxa de depreciação que para o capital físico).

Não é intenção deste apêndice resolver o problema de controlo óptimo (1) sob as restrições (2), (3) e (4). Essa resolução permitiria, através do cálculo de condições necessárias de óptimo, obter uma equação representativa do movimento temporal da variável de controle (o consumo) e também, caso as considerássemos endógenas, equações às diferenças para as fracções de capital físico e capital humano em cada um dos sectores. Sem considerar formas funcionais concretas para a função de utilidade e para as funções de produção este exercício seria pouco elucidativo no sentido em que as expressões obtidas seriam de difícil interpretação prática e os resultados de dinâmica de transição e de equilíbrio de longo prazo produziram pouca informação.

Em alternativa a um tratamento analítico do modelo, procurar-se-á apenas olhar para o problema sob o ponto de vista das modificações necessárias para que ele melhor reflecta as especificidades da nova economia, de acordo com a discussão realizada ao longo do texto. Como é óbvio, um modelo simples como o apresentado é incapaz de captar todos os aspectos do debate concretizado, mas algumas ideias importantes podem aqui ser integradas. Três delas, em particular, são evidentes,

i) Um dos mecanismos que se salientou estar relacionado com as TIC dizia respeito à necessidade de considerar capital humano e tecnologia como complementares na

produção de bens finais. O modelo que apresentamos é genérico, considerando os três factores produtivos assumidos como argumentos de cada uma das funções de produção. Contudo, a generalidade das abordagens do crescimento considera em alternativa a tecnologia ou o capital humano como o factor que complementa o capital físico na produção de bens finais.

Esta pode ser uma das razões que acaba por provocar incómodo quando os modelos de crescimento são confrontados com as estatísticas de produtividade. Ao não admitirem a presença de capital humano na função de produção quando a tecnologia é admitida endógena, poderemos ter uma elevada capacidade tecnológica que potencia um elevado ritmo de crescimento; se se introduzir a variável capital humano, e esta representar um valor reduzido, então a forte capacidade tecnológica acaba por sofrer com esta complementaridade.

Para que este argumento possa ser melhor entendido considere-se uma função de produção Cobb-Douglas:

$$f^k(v_1 k_t, u_1 h_t, A_t) = (v_1 k_t)^\alpha \cdot (u_1 h_t)^\beta \cdot A_t^{1-\alpha-\beta}, \quad \alpha, \beta \in (0,1). \quad (5)$$

Numa função de produção como (5), os factores produtivos são complementares, isto é, por muito significativo que seja o valor acumulado de um dos factores, a quase ausência de outro significa níveis produtivos reduzidos. Recorde-se a evidência encontrada por Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt (2002) que apontava para a pouca utilidade do investimento em TIC se este não fosse acompanhado por alterações nos métodos de trabalho e nas qualificações profissionais. Deste modo, o modelo de crescimento básico é capaz ele próprio de fornecer pistas para a melhor compreensão do suposto paradoxo.

ii) Assumindo-se como uma GPT, as TIC (no caso, a nossa variável A_t) têm um impacto sobre a generalidade dos sectores económicos que é penetrante mas que simultaneamente requer tempo para revelar todo o seu potencial. O nosso modelo é simples e estilizado, todavia pode ser interpretado à luz desta noção. As equações (2) a (4) podem ser sequenciadas temporalmente. A equação (4) seria a primeira a entrar em cena. O desenvolvimento de novas tecnologias requer a descoberta e a invenção de novos processos e produtos, de modo que as TIC, apesar do conhecimento geral acerca das suas potencialidades, concentraram-se durante os primeiros anos apenas na equação (4), enquanto nos sectores produtores de capital humano e de bens finais, tecnologias mais antigas continuavam a ser utilizadas.

Gradualmente as TIC foram saindo de (4) em direcção a (3), alterando métodos e modelos de formação e educação nas empresas e nas escolas, e finalmente acabaram por chegar à produção de bens finais, e é aqui que a produtividade pode ser medida. Convém destacar que na nossa formalização a produtividade surge como o rendimento adicional que é possível gerar no sector produtor de bens e serviços pela presença de A_t , isto é, o crescimento da produtividade será, numa lógica de contabilidade do crescimento, a parcela do crescimento na produção de bens finais que não pode ser explicada pela acumulação de factores materiais, isto é, capital físico e capital humano.

Recapitulando, a estrutura teórica proposta pode responder ao paradoxo de produtividade se imaginarmos que, de facto, numa primeira fase os computadores se podiam ver em todo o lado (sector tecnológico e sector educativo) excepto nas

estatísticas de produtividade (sector de bens finais). De qualquer modo, o propósito do desenvolvimento de uma nova tecnologia é que ela chegue à produção de bens finais, pois são estes que, na nossa formulação, podem contribuir para a utilidade do consumidor.

iii) A última nota vai para o ponto de vista de Danny Quah, ou seja, a ideia de que para perceber a nova economia e tentarmos resolver o paradoxo de produtividade devemos, acima de tudo, olhar para o lado da procura e perceber que consumimos crescentemente bens com características de conhecimento.

No que concerne à nossa formalização, esta ideia significaria a necessidade de incluir a variável A_t na função de utilidade: $U(c_t, A_t)$. Retiramos utilidade não apenas de bens físicos, mas igualmente de bens-conhecimento. Dada a natureza não rival da tecnologia, resulta daqui um ganho de utilidade sem qualquer contrapartida ao nível de perda produtiva. Isto é, enquanto que para consumirmos bens físicos há necessidade de os subtrair ao capital acumulado, o mesmo não acontece com a tecnologia.

Podemos então concluir que mesmo eventualmente não provocando mudanças drásticas na produtividade, a nova economia tem o poder de acrescentar utilidade e em última análise é este facto que é importante: não é o rendimento gerado que o consumidor representativo maximiza, mas sim a utilidade que retira do consumo dos diversos bens que lhe satisfazem necessidades.

Referências

- Abramovitz, M. (1956). "Resources and Output Trends in the United States since 1870." *American Economic Review Papers and Proceedings*, vol. 46, pp. 5-23.
- Ark, B. V. e M. Piatkowski (2004). "Productivity, Innovation and ICT in Old and New Europe." *International Economics and Economic Policy*, vol. 1, pp. 215-246.
- Becchetti, L.; D. Bedoya e L. Paganetto (2003). "ICT Investment, Productivity and Efficiency: Evidence at Firm Level using a Stochastic Frontier Approach." *Journal of Productivity Analysis*, vol. 20, pp. 143-167.
- Bertschek, I. e U. Kaiser (2004). "Productivity Effects of Organizational Change: Microeconomic Evidence." *Management Science*, vol. 3, pp. 394-404.
- Bresnahan, T. F.; E. Brynjolfsson e L. M. Hitt (2002). "Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence." *Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, pp. 339-376.
- Bresnahan, T. F. e M. Trajtenberg (1995). "General Purpose Technologies: 'Engines of Growth'?" *Journal of Econometrics*, vol. 65, pp. 83-108.
- Brynjolfsson, E. (1993). "Information Technology and the Productivity Paradox: Review and Assessment." *Communications of the ACM*, vol. 35, pp. 66-77.
- Cairncross, F. (2001). *The Death of Distance 2.0; How the Communications Revolution will Change our Lives*. Cambridge, Mass.: Harvard Business School Press.
- Cass, D. (1965). "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation." *Review of Economic Studies*, vol. 32, pp. 233-240.
- Creti, A. (2001). "Network Technologies, Communication Externalities and Total Factor Productivity." *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 12, pp. 1-28.

De Loo, I. e L. Soete (1999). "The Impact of Technology on Economic Growth: Some New Ideas and Empirical Considerations." Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology working paper.

Denison, E. F. (1967). *Why Growth Rates Differ*. Washington D. C.: The Brookings Institution.

Fujita, M.; P. R. Krugman e A. J. Venables (1999). *The Spatial Economy. Cities, Regions and International Trade*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Gomes, O. (2004a). "Os Bens Digitais e a Dinâmica da Weightless Economy." *Economia Global e Gestão*, vol. IX, pp. 53-64.

Gomes, O. (2004b). "Decisões de Localização e Crescimento Económico na Era Digital." *Notas Económicas*, nº 19, pp. 20-35.

Gomes, O. (2005). "Knowledge Creation and Technology Diffusion: a Framework to Understand Economic Growth." *Revista de Análisis Económico*, vol. 20, pp. 41-61.

Gordon, R. J. (2000). "Does the 'New Economy' Measure up to the Great Inventions of the Past?" *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, pp. 49-74.

Greenwood, J. e M. Yorukoglu (1997). "1974." *Carnegie-Rochester Series on Public Policy*, vol. 46, pp. 49-95.

Gunnarsson, G.; E. Mellander e E. Savvidou (2004). "Human Capital is the Key to the IT Productivity Paradox." *Institute for Labour Market Policy Evaluation working paper 2004:13*.

Hall, R. e C. I. Jones (1999). "Why do Some Countries Produce So Much More Output per Worker Than Others?" *Quarterly Journal of Economics*, vol. 114, pp. 83-116.

Harris, S. E. e J. L. Katz (1991). "Organizational Performance and Information Technology Investment in the Insurance Industry." *Organizational Science*, vol. 2, pp. 263-296.

Helpman, E. (ed.) (1998). *General Purpose Technologies and Economic Growth*, Cambridge: MIT Press.

Helpman, E. e M. Trajtenberg (1994). "A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies." *NBER working paper nº 4854*.

Helpman, E. e M. Trajtenberg (1996). "Diffusion of General Purpose Technologies." *NBER working paper nº 5773*.

Howitt, P. (1996). "On Some Problems in Measuring Knowledge-Based Growth", *Canadian Institute for Advanced Research*.

Hughes, A. e M. S. S. Morton (2005). "ICT and Productivity Growth – The Paradox Resolved?" *Centre for Business Research working paper nº 316*, University of Cambridge.

Jorgenson, D. W. e Z. Griliches (1967). "The Explanation of Productivity Change." *Review of Economic Studies*, vol. 34, pp. 249-280.

Koopmans, T. C. (1965). "On the Concept of Optimal Economic Growth." in *The Econometric Approach to Development Planning*. Amsterdam: North Holland.

Kraemer, K. L. e J. Dedrick (2001). "Information Technology and Productivity: Results and Policy Implications of Cross-Country Studies." In M. Pohjola (ed.), *Information*

Technology, Productivity and Economic Growth, Oxford: Oxford University Press, pp. 257-279.

Krugman, P. R. (1994). "The Myth of Asia's Miracle." *Foreign Affairs*, vol. 73, pp. 62-78.

Loveman, G. W. (1988). "An Assessment of the Productivity Impact of Information Technologies.", in T. J. Allen e M. S. S. Morton (eds.), *Information Technology and the Corporation of the 1990s: Research Studies*, Cambridge, MA: MIT Press.

Oliner, S. D. e D. E. Sichel (2000). "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: is Information Technology the Story?" *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, pp. 3-22.

Parsons, D.; C. C. Gotlieb e M. Denny (1993). "Productivity and Computers in Canadian Banking." *Journal of Productivity Analysis*, vol. 4, pp. 95-113.

Puga, D. (1999). "The Rise and Fall of Regional Inequalities." *European Economic Review*, vol. 43, pp. 303-334.

Quah, D. (2001). "Technology Dissemination and Economic Growth: Some Lessons for the New Economy." CEPR working paper.

Quah, D. (2002). "Digital Goods and the New Economy". Working paper. London: LSE Economics Department.

Ramsey, F. (1928). "A Mathematical Theory of Saving." *Economic Journal*, vol. 38, pp. 543-559.

Schreyer, P. e D. Pilat (2001). "Measuring Productivity." *OECD Economic Studies*, vol. 33, pp. 127-170.

Soete, L. (1996). "Uncertainty and Technological Change: Discussion." In J. C. Fuhrer e J. Sneddon Little (eds.), *Technology and Growth: Conference Proceedings*. Federal Reserve Bank of Boston, pp. 119-125.

Solow, R. M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics*, vol.70, pp.65-94.

Solow, R. M. (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function." *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, pp. 312-320.

Solow, R. M. (1987). "We'd Better Watch Out." *New York Times Book Review*, July 12, p. 36.

Triplett, J. E. (1999). "The Solow Productivity Paradox: What do Computers do to Productivity?" *Canadian Journal of Economics*, vol. 32, pp. 309-334.

Venables, A. J. (2001a). "Geography and International Inequalities: the Impact of New Technologies." London School of Economics and CEPR working paper.

Vijselaar, F. e R. Albers (2004). "New Technologies and Productivity Growth in the Euro Area." *Empirical Economics*, vol. 29, pp. 621-646.

Young, A. (1995). "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience." *Quarterly Journal of Economics*, vol. 110, pp. 641-680.

Young, A. (1998). "Growth without Scale Effects." *Journal of Political Economy*, vol. 106, pp. 41-63.