

XV REUNIÓN DE ASEPELT

Área: Tecnología de la Información y el Conocimiento o Economía Nacional e Internacional.

Título: Hacia una valoración del impacto macroeconómico de las TIC.

Autores: Antonio Pulido (Universidad Autónoma de Madrid)
antonio.pulido@uam.es
Julián Pérez (Universidad Autónoma de Madrid)
julian.perez@uam.es

Resumen

Se parte de una revisión de las principales propuestas metodológicas realizadas en EEUU y en Europa para medir la incidencia de las TIC sobre crecimiento, inflación y mejoras de productividad. En particular se profundiza en la metodología para el establecimiento de precios hedónicos.

El planteamiento se realiza con validez general para su posible aplicación a la evaluación del impacto macroeconómico de las TIC a escala de país o región. Se complementa con una referencia a los primeros resultados de su aplicación para la economía española en su conjunto.

Palabras clave

TIC, crecimiento económico, productividad, índices de precios

1. Antecedentes

En la XIV Reunión Asepelt-España, se presentó una primera panorámica sobre *Crecimiento y nueva economía* (Pulido, 2000), con referencia a algunos trabajos que ponían en duda la existencia de una fuerte relación entre ambos términos (Solow, 1987; David, 1990; Oliner y Sichel, 1994), frente a otros que encontraban un efecto considerable de la nueva economía, economía digital o simplemente de la inversión en TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) sobre el crecimiento económico (Sichel, 1997 y 1999; Mandel y Cohn, 1999, U.S. Department of Commerce, 1999).

En el escaso plazo de un año, se han producido algunos nuevos intentos de valoración relevantes, que vamos a revisar en el presente trabajo (Oliner y Sichel, 2000; Jorgenson y Stiroch, 2000; Schreyer, 2000; Gordon, 2000; Bassanini, Scarpetta y Visco, 2000; Klein y Kumasaka, 2000; Comisión Europea, 2000; Mc Morrow y Roeger, 2001).

2. Un paso previo: ajustes por calidad en los precios TIC

El *Bureau of Economic Analysis* (BEA) de EEUU inició en 1990 un proyecto de revisión de índices de precios en su contabilidad nacional (“Measurement of real output and prices for high-tech goods”), cuyos resultados fue incorporando junto con un nuevo sistema de precios encadenados a partir de 1995. El antecedente se encuentra en un proyecto BEA/IBM Corporation sobre índices de precios para ordenadores de 1986¹.

La búsqueda de una metodología apropiada para calcular índices de precios corregidos de variaciones de calidad ha sido una preocupación permanente de las oficinas

¹ En la página web del BEA (www.bea.doc.gov) pueden encontrarse referencias a los trabajos anteriores y actuales sobre el tema. Por ejemplo, el de Grimm (2000) sobre índices de precios de semiconductores. En 1996 la *Comisión Boskin* concluye que la inflación en términos de IPC en EEUU está sobrevalorada en 1,1 puntos de porcentaje como consecuencia conjunta de: 1) la habitual ponderación fija en un año base en que los nuevos productos (de menor inflación) pesan menos y 2) la limitada corrección de las mejoras de calidad.

de estadística de todos los países desde hace mucho más tiempo. Entre las opciones utilizadas están:

- a) *Solapamiento* (la relación de precios entre dos modelos de un mismo producto se toma como indicador de ajuste de calidad);
- b) *Emparejamiento* (sólo se toman modelos nuevos que se consideran uno a uno equivalentes en sus características básicas a los antiguos);
- c) *Deducción del precio del cambio* (cuando el fabricante vende o valora la opción separada de una mejora);
- d) *Precio hedónico* (descomposición del precio total en la satisfacción de unas necesidades del consumidor a través de las características que incorpora cada modelo del producto).

En particular la metodología de los *precios hedónicos* es la que aporta mayores posibilidades para productos de elevado ritmo de cambio tecnológico, como los que corresponden a productos TIC. Su propuesta inicial es de hace más de 35 años (Griliches, 1964) y la literatura técnica es muy extensa (véase, por ejemplo, la revisión de Bover e Izquierdo, 2001).

La idea básica es disponer en diferentes períodos (t) de distintos modelos (i) de un mismo tipo de producto (p. ej. ordenadores personales) para los que conocemos su precio (p_{it}) y sus principales características (k) que corresponden a las cualidades que el comprador valora cuando compra cada modelo (por ejemplo memoria, capacidad del disco duro, tarjeta de video, etc.) y que conocemos para cada modelo (c_{ikt}).

A partir de esta información se trata de estimar un modelo econométrico que, en el caso más simple, sería del tipo:

$$[1] \quad p_{it} = b_t + \sum_k a_k c_{ikt} + e_{it}$$

es decir, para cada período t , el conjunto de características explican una parte del precio y queda otra parte que descomponemos en un término fijo (b) y otro aleatorio. Si en dos períodos consecutivos (0 y 1) se estiman cada una de estas relaciones (o con variables ficticias por períodos se realiza una estimación conjunta):

$$[2] \quad p_{i0} = b_0 + \sum_k a_k c_{ik0} + e_{i0}$$

$$[3] \quad p_{i1} = b_1 + \sum_k a_k c_{ik1} + e_{i1}$$

la diferencia entre los términos independientes ($b_1 - b_0$) puede considerarse como una estimación de las alteraciones conjuntas de precios de los distintos modelos, corregidas de las alteraciones en calidad, que vienen valoradas por unos “precios-sombra” implícitos (a_k), que se suponen constantes en el tiempo. Naturalmente, existen múltiples variantes en cuanto a la forma funcional (p. ej. relación entre tasas o logaritmos) y técnicas de estimación (p. ej. parámetros cambiantes).

Con múltiples diferencias según períodos observados y metodologías, un hecho estilizado puede desprenderse de la experiencia más extensa, que corresponde a EEUU: frente a una estabilidad de precios en productos tales como ordenadores personales, si se sigue el enfoque tradicional, los precios hedónicos señalan caídas de precios ya corregidas por calidad que se sitúan entre el 15 y el 40% en promedio anual.

Cuadro 1

Estimaciones hedónicas de índices de precios para ordenadores en EEUU (tasa media anual de variación)		
	Promedio	Intervalo
Precios del BEA sin corrección (1953-85)	0%	-
Precio de un período similar (1951-84, promedio de siete estimaciones)	-19%	-14 a -21%
Precios de un período más reciente (1985-99, promedio de trece estimaciones)	-28%	-17 a -39%
Fuente: Elaboración propia a partir de los 20 estudios recogidos en Bover e Izquierdo (2001), cuadro II.2., pág. 27.		

Suponiendo que la diferencia en los índices de precios debido al ajuste por calidad sean en promedio del orden del -10% para ordenadores/semiconductores y del -2% para radios, televisores, instrumental científico ... Schreyer (1998) calcula que en EEUU la tasa de crecimiento real de la inversión en su conjunto se incrementa en un punto y medio de porcentaje anual y el PIB en 0,3 para el promedio del período 1987-93. Con supuestos

similares calcula el efecto para un país como Francia, en cerca de un punto de mayor inversión y dos décimas de mayor crecimiento del gasto total final.

Como puede verse, la importancia de esas correcciones por calidad no es nada despreciable y volveremos sobre este aspecto al valorar impactos en el epígrafe 3. Pero antes debemos revisar la metodología utilizada para evaluar el impacto macroeconómico de las TIC.

3. Alternativas metodológicas

En general, las diferentes variantes metodológicas hasta ahora propuestas para evaluar el impacto macroeconómico de las TIC, en particular sobre precios, productividad y crecimiento, tratan de recoger los efectos de uno o varios de los siguientes mecanismos de transmisión:

- 1) *Canal de transmisión a través de la producción TIC y su efecto directo sobre la productividad total de factores.* El efecto del progreso tecnológico en la producción de bienes y servicios TIC y ganancias de productividad para estos productos que, por sí sola, supone una mejora general de la productividad del sistema, tanto mayor cuando más elevada sea el área de producción TIC.
- 2) *Canal de transmisión a través de la acumulación de capital TIC.* La componente de productos TIC que forman parte de la inversión (equipos y software) sean o no productivos en el país, generan, por su propia dinámica, una profundización en la cantidad de capital por persona u hora trabajada.
- 3) *Canal de transmisión a través de efectos de derrame (spillover) por uso TIC.* Posibles ganancias de productividad en los sectores utilizadores del capital TIC a través del mayor progreso tecnológico incorporado a los mismos, comparativamente con otros bienes de capital.

En la propuesta metodológica de Mc Morrow y Roeger (2001) el efecto directo de la producción TIC y sus mejoras de productividad sobre el conjunto del sistema económico se calcula utilizando la descomposición de Domar (1961) de la productividad total en factores (TFO) en una media ponderada de las TFP de los diferentes sectores, con pesos calculados como el área de producción sectorial sobre PIB (α_s)

$$[4] \quad TFP = \sum_s \alpha_s TFP_s$$

Utilizando una relación similar en términos de mejoras de productividad y crecimiento en las áreas de participación, Mc Morrow y Roeger calculan unos efectos directos de la producción TIC sobre la TFP del sistema conjunto de hasta medio punto para EEUU, de 0,15/0,25 para el conjunto de la UE y en el entorno de 0,10/0,15 para España.

Cuadro 2

Efectos TIC sobre mejoras de la TFP (puntos de porcentaje, media anual 1995-98)			
	EEUU	UE-15	España
Escenario de incremento de productividad TIC igual a EEUU	0,50	0,24	0,14
Escenario de incremento 50% de EEUU		0,19	0,12
Escenario de no incremento en UE		0,15	0,09
Fuente: Mc Morrow y Roeger (2001) y elaboración propia.			

Para valorar los efectos del canal de transmisión a través de la acumulación de capital TIC, Mc Morrow y Roeger proponen el enfoque, ya habitual en este campo, de funciones de producción tipo Cobb Douglas. Consideran el efecto del progreso tecnológico incorporado a través de distintas «cosechas» de capital, aunque no diferencian entre capital TIC y no-TIC. Es decir, parten de unas cantidades de factores (L y K), economías de escala constantes y un factor residual de Solow (RS) que descomponen en grado de utilización cíclica de la capacidad productiva y nivel de eficiencia en la utilización de los factores (E).

$$[5] \quad Y = (U_l L E_l)^\alpha (U_k K E_k)^{1-\alpha} = L^\alpha K^{1-\alpha} (U_l^\alpha U_k^{1-\alpha}) (E_l^\alpha E_k^{1-\alpha}) = \\ = L^\alpha K^{1-\alpha} * UC * TFP = L^\alpha K^{1-\alpha} * RS$$

En que el coeficiente α puede estimarse directamente a través del área de renta (s) en una relación de contabilidad del crecimiento en tasas del tipo:

$$[6] \quad \dot{Y} = s_l \dot{L} + s_k \dot{K} + TFP$$

para el caso de no considerar cambios cíclicos en la utilización de capacidad.

La eficiencia en el uso de los factores se modeliza en forma tendencial para el trabajo (con ficticia de punto de ruptura, TB) y a partir de la edad media del capital (agem) como una forma simplificada de introducir el mayor o menor progreso tecnológico incorporado en las diferentes «cosechas»:

$$[7] \quad \log(E_l) = \pi_0 + \pi_1 T + \pi_2 TB$$

$$[8] \quad \log(E_k) = \theta_0 - \theta_1 agem$$

Mc Morrow y Roeger calculan que el efecto de la acumulación de capital que introduce la inversión TIC en los últimos años (1995-99) puede haber acelerado el crecimiento del PIB potencial en casi un punto de porcentaje anual en EEUU, en 0,4/0,5 en el conjunto de la UE y en 0,3/0,4 en España.

Cuadro 3

Efectos de la inversión TIC sobre el crecimiento potencial del PIB (puntos de porcentaje, media anual 1995-99)			
	EEUU	UE-15	España
Escenario de decrecimiento de precios TIC igual a EEUU	0,87	0,49	0,41
Escenario de decrecimiento de precios TIC igual al 50% de EEUU		0,39	0,33
Fuente: Mc Morrow y Roeger (2001) y elaboración propia.			

Por último, el tercer canal de *efectos de derrame* del uso de TIC en los distintos sectores debiera medirse a través de la relación entre ganancias de productividad de los distintos sectores y el uso más o menos intensivo de capital TIC (k_c)

$$[9] \quad \dot{TFP} = b_0 + b_1 \dot{K}_c + \text{otras variables}$$

En este campo Mc Morrow y Roeger no ofrecen resultados concretos aunque indican que “al menos a nivel macroeconómico hay muy poca evidencia empírica de efectos de derrame significativos”, matizando esta conclusión con la referencia de Griliches (1994) de que el 70% de la inversión privada de ordenadores en EEUU se concentran en industrias de servicios cuya producción no es nada fácil medir con precisión.

El trabajo de Mc Morrow y Roeger (2001), al igual que el precedente de Paul Schreyer (2000), tienen el interés de ampliar su área geográfica a diversos países de la UE, aunque sea pagando el tributo de unas hipótesis «heroicas» sobre evolución de precios corregidos por calidad en los productos TIC².

El marco conceptual utilizado por Schreyer diferencia el capital en TIC (k_c) y no TIC (k_n) y añade un coeficiente (θ) que mide los posibles efectos de derrame:

$$[10] \quad \dot{Y} = s_l \dot{L} + s_{kc} (1 + \theta) \dot{K}_c + s_{kn} \dot{K}_n + TFP$$

También Oliner y Sichel (2000) siguen una variante similar de la tradición neoclásica de la contabilidad del crecimiento, ahora diferenciando entre equipo de ordenadores (K_o), software (K_s), equipo de comunicaciones (K_m) y una variable que corrige la calidad del trabajo utilizado (Q)

$$[11] \quad \dot{Y} = s_l (\dot{L} + \dot{Q}) + s_{ko} \dot{K}_o + s_{ks} \dot{K}_s + s_{km} \dot{K}_m + s_{kn} \dot{K}_n + TFP$$

En el cuadro 4 adjunto incluimos un resumen de algunas de las más recientes estimaciones realizadas para EEUU, en este caso recogiendo las causas de la aceleración de

² En el caso de Schreyer se aplican unos índices de precios «armonizados» que utilizan para los países G-7 una relación entre precios TIC *corregidos* y no TIC, similar a la de EEUU.

las mejoras de productividad del trabajo $\left(\dot{Y} - \dot{L} \right)$ durante los años finales de los 90 respecto a los períodos precedentes que se indican.

Cuadro 4

Causas de la aceleración del crecimiento de la productividad del trabajo en EEUU (puntos de porcentaje)						
	Jorgenson & Stiroh 1990-95/ 1995-98	Oliner & Sichel 1990-95/ 1995-99	Whelan 1974-95/ 1996-98	Council of Economic Advisers 1973-95/ 1995-99	US Congr. Budget Office 1974-99/ 1996-99	Gordon 1972-95/ 1995-99
Aceleración en el crecimiento de la productividad del trabajo de la cual:	0,9	1,0	1,0	1,5	1,1	1,3
Profundización de capital	0,3	0,5	n.a.	0,5	0,4	0,3
• TIC	0,2	0,5	0,5	n.a.	0,4	n.a.
• Otros	0,1	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Calidad del trabajo	-0,1	-0,1	n.a.	0,1	n.a.	0,1
TFP	0,7	0,7	n.a.	0,9	n.a.	0,3
• Producción TIC	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3
• Otros	0,5	0,4	n.a.	0,7	n.a.	0,0
Resto factores	n.a.	n.a.	0,3	n.a.	n.a.	0,6*

* Incluye efectos cíclicos (0,5) y contribución de cambios en la medición de precios.

Fuente: Council of Economic Advisers (2000); Gordon (2000); Jorgenson and Stiroh (2000); Oliner and Sichel (2000); US Congressional Budget Office (2000) and Whelan (2000).

Referencias bibliográficas

Bassanini, A., Scarpetta, S. y Visco, I. (2000), *Knowledge, technology and economic growth: recent evidence from OECD countries*. OCDE, Economic Department Working Papers nº 259, octubre 2000.

Boskin, M., Dulberger, E., Gordon, R., Griliches, Z. y Jorgenson, D. (1996). *Toward a more accurate measure of the cost of living*. Final Report to the Senate Committee.

Bover, O. e Izquierdo, M. (2001), *Ajustes de calidad en los precios: métodos hedónicos y consecuencias para la Contabilidad Nacional*. Banco de España, Servicio de Estudios, documento nº 70.

Comisión Europea (2000), *Economic growth in the EU: is a «new» pattern emerging?*. Capítulo 3 de la Comunicación al Consejo Europeo de Niza, diciembre 2000.

Council of Economic Advisers (2000), *Annual Report of the Council of Economic Advisers*.

David, P. (1990), “The dynamo and the computer: An historical perspective on the modern productivity paradox”. *American Economic Review*, mayo 1990; págs. 355-361.

Domar, E. (1961), “On the measurement of technological change”. *Economic Journal*, vol. 71, nº 284.

Gordon, R. J. (2000), “Does the «new economy» measure up to the great inventions of the past?”. *Journal of Economic Perspectives* (draft mayo 2000).

Griliches, Z. (1964), “Notes on the measurement of price and quality changes”. En *Models of income determination*. Princeton University Press.

Griliches, Z. (1994), "Productivity, R&D and the data constraint". *American Economic Review*, vol. 84.

Grimm, B. T. (1998), "Price indexes for selected semiconductors". *Survey of Current Business*, febrero 1998.

Jorgenson, D. W. y Stiroh, K. J. (2000), *Raising the speed limit: U.S. economic growth in the information age*. Federal Reserve Bank of New York.

Klein, L. R. y Kumasaka, V. (2000), *IT revolution and increasing returns to scale in the U.S. economy*. Project LINK, United Nations.

Mandel, M. y Cohn, L. (1999), "New math for the new economy". *Business Week*, 20/09/99.

Mc Morrow, K. y Roeger, W. P. (2000), *Potential output: measurement methods, «new» economy influences and scenarios for 2001-2010. A comparison of the EU-15 and the US*. Comisión Europea, documento ECFIN-150.

Oliner, S. D. y Sichel, D. E. (1994), "Computers and output growth revisited: how big is the puzzle?". *Brookings Papers on Economic Activity*, nº 2, 1994, págs. 273-317.

Oliner, S. D. y Sichel, D. E. (2000), *The resurgence of growth in the late 1990s: Is information technology the story?*. Federal Reserve Board.

Pulido, A. (2000), "Crecimiento y nueva economía: realidades, esperanzas y exageraciones". *Anales de Economía Aplicada*, XIV Reunión Asepelt-España, págs. 14-32.

Schreyer, P. (1998), *Information and communication technology and the measurement of real output, final demand and productivity*. STI Working Paper 1998/2, OCDE.

Schreyer, P. (2000), *The contribution of information and communication technology to output growth: A study of the G-7 countries*. OCDE, Documento DSTI, 2000 (2).

Sichel, D. E. (1997), *The computer revolution: An economic perspective*. Brookings.

Sichel, D. E. (1999), "Computers and aggregate economic growth: An update". *Business Economics*, vol. 34, nº 2, págs. 18-24.

Solow, R. M. (1987), "We'd better watch out". *New York Times Book Review*, 12/07/87.

US Congressional Budget Office (2000), *The budget and economic outlook: fiscal years 2001-2010*. Apéndice A.

U.S. Department of Commerce (1999), *The emerging digital economy II*.

Whelan, K. (2000), "Computers, obsolescence and productivity". *Federal Reserve Board Finance and Economics Discussion Paper*, nº 2000-6.