

*Tomás Gutiérrez Barbarrusa**
*Coro Jiménez-Arellano Juanena***

LA MEDICIÓN DE LOS *INPUTS* TRABAJO Y CAPITAL EN LA CONTABILIDAD DEL CRECIMIENTO Y SU REPERCUSIÓN SOBRE EL CAMBIO TÉCNICO

Solow (1957) propuso una metodología que permitía medir la contribución de tres elementos básicos a la tasa de crecimiento agregada. Dichos componentes son: el crecimiento del capital, el crecimiento del trabajo y el progreso tecnológico. De acuerdo con esta metodología, denominada *contabilidad del crecimiento*, dos de estos factores son directamente observables a partir de la contabilidad nacional (el crecimiento del trabajo y el del capital), mientras que el tercero, el cambio técnico, no lo es (de ahí su condición residual). Desde los años sesenta buena parte de los desarrollos metodológicos se han centrado en el ajuste de la medición de los *inputs* trabajo y capital, incidiendo de manera específica en la determinación del producto, de la productividad y del cambio técnico. En este artículo se abordan estas cuestiones.

Palabras clave: crecimiento económico, contabilidad del crecimiento, cambio técnico, productividad total de los factores (PTF), productividad multifactorial (MFP).

Clasificación JEL: B41, C01, E01, O47.

1. Introducción

En el enfoque neoclásico, la productividad del capital (K) y del trabajo (L) aumenta en mayor proporción que lo hace su pura acumulación. Esto significa que las tasas de crecimiento de los factores productivos no son lo suficientemente grandes para explicar la tasa de crecimiento de la producción, y, por tanto, queda una parte residual no explicada. Esta parte no explicada se denomina residuo de Solow –por el famoso artículo de este autor del año 1957– o factor de productividad total, o, productividad total (o global) de los facto-

res y se suele representar mediante sus siglas en inglés, TFP (*Total Factor Productivity*), o también PTF¹, y generalmente se asocia con la tecnología. Por tanto, la PTF o, indistintamente, MFP, expresan la tasa de progreso técnico. ▷

¹ Aunque, como se verá más adelante, igualmente se denomina *Multi-Factor Productivity (MFP)*, (Productividad multifactorial o multi-factor, traducido al castellano). De la misma manera, la MFP representa la variación del PIB que no puede ser explicada por los cambios en las dotaciones de capital y trabajo disponibles para generarlo. Algunas veces, se la describe como progreso tecnológico desincorporado (*disembodied technological progress*), al reflejar el incremento del PIB que no está incorporado ni en las cantidades de trabajo ni de capital. El crecimiento de la MFP proviene de la mayor eficiencia en el uso de los *inputs* trabajo y capital, por ejemplo, mediante mejoras en la gestión de los procesos de producción, por el cambio organizacional o, más generalmente, por la innovación. El crecimiento de la MFP es un factor significativo para la explicación del crecimiento del PIB real a largo plazo (OCDE, 2008).

* Departamento de Economía Aplicada I. Universidad Rey Juan Carlos.

** Investigadora GEA. Universidad Autónoma de Madrid.

El residuo de Solow se obtiene mediante la llamada contabilidad del crecimiento, una metodología basada en el modelo neoclásico de crecimiento económico que consiste en dividir la tasa de crecimiento del *output* en sus componentes: el residuo y las participaciones de los factores productivos en el mismo multiplicadas por sus correspondientes tasas de crecimiento. De esta forma, los modelos neoclásicos tradicionales, apoyados en la función de producción agregada y en los precios relativos de los factores, conciben el cambio tecnológico como un *factor residual* que se deduce una vez calculados los demás componentes de la producción y los factores. Esto supone que el cambio técnico no va incorporado al capital o al trabajo y se considera exógeno (Solow, 1957; Kendrick, 1961; Denison, 1962; Samuelson, 1962; Jorgenson, 1963; Griliches, 1963, 1987; Jorgenson y Griliches, 1967).

En el modelo de Solow (1957) ambos *inputs*, *L* y *K*, se consideraban homogéneos, permitiendo separar la contribución de lo que se podía medir de lo que no, esto es, del valor residual. Si efectivamente *L* y *K* fueran homogéneos, éste debería ser el método adecuado a aplicar, pero en la práctica no lo son y, por tanto, la contabilidad del crecimiento ha de tener en cuenta los diferentes tipos de capital físico y humano específicos en cada tecnología que se incorpora a la producción. De aquí deriva el problema de la medición de dichos factores, que ha caracterizado el desarrollo de las metodologías de la contabilidad del crecimiento en los últimos tiempos.

2. Las medidas de los *inputs* trabajo y capital

2.1. Antecedentes

En un artículo menos conocido, Solow (1960) intentó paliar la cuestión de la homogeneidad mediante un modelo de generaciones de capital en el que el progreso tecnológico era exógeno y estaba

incorporado en los nuevos bienes de capital. Esta forma de avance tecnológico, denominada «específica a los bienes de inversión», expresa el estado de la técnica en cada momento para producir nuevas máquinas, lo que significa que no puede haber progreso tecnológico sin inversión, situación que no se daba en el caso del progreso técnico neutral en su modelo de 1957 (Greenwood y Jovanovic, 2006). Su nuevo trabajo constituyó, de esta forma, el punto de partida del desarrollo de una contabilidad del crecimiento basada en un marco de generaciones o cosechas de capital (*vintage capital*) que permitía registrar los avances tecnológicos incorporados a las sucesivas generaciones de capital así como el nuevo capital humano requerido para usar la nueva tecnología². (Greenwood y Jovanovic, 2006³; Bassanini, Scarpetta y Visco, 2000).

Con posterioridad, numerosos modelos de generaciones de capital fueron refinando el modelo básico de Solow (1960) (Arrow, 1962; Hulten, 1992; Parente, 1994; Greenwood, Hercowitz y Krusell, 1997; Krusell, 1998). Estos modelos, variantes de dicho modelo básico, presentan una estructura común: todos tienen un sector de bienes de consumo y de bienes de capital, y todos poseen un progreso técnico endógeno sólo en el sector de bienes de capital⁴. A partir de ellos, se realizaron modificaciones que afectaban a la medición de la productividad, como fueron la introducción de curvas de aprendizaje específicas a la tecnología empleada⁵; los efectos desbordamiento (*spillovers*) en el aprendizaje entre los usuarios de los bienes ▷

² No obstante, el modelo de Solow (1957) puede resultar válido en un análisis de forma agregada, «si no exactamente, al menos de forma aproximada» (Greenwood y Jovanovic, 2006).

³ El artículo original es de 1999.

⁴ Aunque el progreso técnico pasa después a los productores de los bienes de consumo bajo la forma de un beneficioso «efecto externo pecuniario» transmitido por el precio relativo decreciente del capital, el crecimiento de la productividad que ocurre en el sector de bienes de consumo surge porque, a lo largo del tiempo, el capital se abarata relativamente con respecto a los bienes finales producidos y al trabajo empleado en ese sector (Greenwood y Jovanovic, 2006).

⁵ Al irrumpir una nueva tecnología, las destrezas establecidas a menudo se destruyen y la productividad puede caer temporalmente. En sus primeras fases, además, una nueva tecnología puede desarrollarse ineficazmente por falta de experiencia (Argotte y Epple, 1990; Jovanovic y Nyarko, 1995; Bahk y Gort, 1993).

de capital⁶; y los retardos en la difusión de las nuevas tecnologías⁷. Sin embargo, como Greenwood y Jovanovic (2006) subrayan, los conocidos modelos de Lucas (1988) y Romer (1990) no encajaban en este marco. El primero porque supone que todo el capital físico, ya sea viejo o nuevo, participa por igual en el progreso tecnológico que genera el sector de capital humano. El segundo porque aún siendo un modelo de generaciones de capital, no distingue que el capital nuevo sea mejor que el anterior, sino que, simplemente, es diferente; lo cual, amplía el menú de aportaciones disponibles, pero implica que el capital no se vuelve obsoleto cuando envejece.

A diferencia del modelo de Solow (1957), estos modelos de generaciones de capital consiguieron esclarecer muchas de las principales claves sobre el crecimiento económico experimentado en las economías occidentales desde el final de la Segunda Guerra Mundial. De hecho, este nuevo enfoque revisado adquirió aún mayor justificación a raíz de la controversia suscitada por el papel que jugaban las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) en el crecimiento de la productividad y que, durante los años ochenta y principios de los noventa, se mantuvo bajo la denominada «paradoja de la productividad»⁸. Pues la fuerte inversión en ordenadores y periféricos ya era una realidad en los años setenta, ochenta y primera mitad de los noventa y, sin embargo, no se reflejaba en mejora adicional alguna de la productividad en EEUU cuando ésta se medía utilizando los métodos tradicionales. Entre las explicaciones más aceptadas de esta aparente contradicción estuvo la sugerida por el historiador Paul David (1990 y 1991), basada en los desfases del proceso de

aprendizaje, esto es, en que las tecnologías que suponen cambios radicales se difunden gradualmente y las empresas tardan tiempo en aprender a utilizarlas de manera eficaz (Bassanini *et al.*, 2000). Esta argumentación orientó a la mayoría de los modelos desarrollados durante los años noventa. Más concretamente, como proponen Greenwood y Jovanovic (2006), los modelos de generaciones contribuyeron a clarificar las cuestiones referidas a: 1) «la paradoja de la productividad», manifestada en la desaceleración prolongada del crecimiento de la productividad que comenzó hacia 1973; 2) la caída, desde esos años, del precio relativo de los bienes de capital respecto a los bienes de consumo; 3) la heterogeneidad de las plantas, es decir, las diferencias de productividad entre una planta que opera con la mejor tecnología disponible y la planta promedio; y 4) el reciente aumento de la desigualdad salarial.

Estos modelos mostraron cómo la contabilidad del crecimiento y la contabilidad nacional convencionales de aquellos años subestimaban las mejoras de la productividad al minusvalorar el crecimiento de la producción debido a la existencia de inversiones no medidas –tales como la inversión en conocimiento–, que se computaban como gastos o se deducían de los beneficios empresariales, en lugar de ser contabilizados como inversión. De acuerdo con esto, el PIB sería más elevado si estas inversiones no medidas hubieran sido tenidas en cuenta. Los modelos de Krusell (1998) y Parente (1994) apuntaban a que dichos gastos –los costes de aplicación de las nuevas tecnologías, en términos de aprendizaje, formación en el trabajo y otros– eran tan vitales para la realización de la producción futura como lo era la inversión en equipos y en estructuras. De esta forma, una explicación *vintage* de la desaceleración suponía que determinados cambios cualitativos en la producción no habían sido convenientemente medidos y su crecimiento quedaba, por tanto, minusvalorado⁹.

Así pues, los modelos de generaciones condujeron a inferencias más precisas, en la medida en que ▷

⁶ Cuantos más usuarios, se adquiere más fácilmente la habilidad de utilizar un nuevo grado tecnológico de manera eficiente (Greenwood y Jovanovic, 2006).

⁷ La difusión se refiere a la expansión de la nueva tecnología a través de la economía. La difusión de innovaciones es lenta, pero su ritmo parece incrementarse con el paso del tiempo (Gort y Klepper, 1982; Jovanovic y Lach, 1997).

⁸ La cual, fue resumida por Solow (1987) en un artículo que se hizo célebre por la siguiente frase: «las computadoras se ven en todas partes excepto en las estadísticas de productividad».

⁹ Una revisión de las propuestas metodológicas realizadas para medir el impacto de las TIC sobre el crecimiento, la inflación y las mejoras de productividad puede verse en Pulido (2001).

el enfoque de equilibrio general tomado por ellos admitía que el crecimiento del *stock* de capital se podía descomponer entre las fuentes subyacentes del progreso tecnológico; vinculaba el descenso observado en el precio del nuevo equipo con la tasa de progreso tecnológico en el sector de bienes de equipo; asociaba los largos retardos en la difusión de productos y tecnologías con los costes de adoptarlos; y, en fin, permitía explicar las repercusiones sobre la cualificación del empleo y la desigualdad salarial (Griliches, 1969; Heckman, Lochner y Taber, 1998; Nelson y Phelps, 1966; Benhabib y Spiegel, 1994)¹⁰.

2.2. Desarrollos recientes

En el transcurso de la historia de la contabilidad del crecimiento el problema de la heterogeneidad factorial se ha planteado, por tanto, de manera continuada, sucediéndose procedimientos cada vez más estrictos para valorar los servicios efectivos de los factores que participan en la producción, los cuales pueden alterar de manera importante las estimaciones de cambio en la productividad. Recientemente, el problema de la medición de las TIC y sus efectos sobre los precios, la productividad y el crecimiento económico en la llamada «nueva economía», así como el estudio de la evidencia empírica correspondiente a las dos últimas décadas del siglo pasado, han sido tratados, entre otros, por Oliner y Sichel, 2000; Jorgenson y Stiroch, 2000; Bassanini *et al.*, 2000; Schreyer, 2000; Gordon, 2000; Klein y Kumasaka, 2000; Comisión Europea, 2000; Mc Morrow y Roeger, 2001. Aunque difieren algo las metodologías y datos usados, una observación común que se desprende de estos análisis es que a pesar de la seña-

lada ralentización de la PTF o productividad multifactorial (MFP) durante los años setenta y principios de los ochenta, se produce una recuperación global de su crecimiento durante el decenio de los noventa. Esta recuperación, encabezada por los EEUU y dirigida por las TIC, es congruente con la clase de modelos teóricos que apunta, en la línea causal señalada anteriormente por David (1990): difusión de las nuevas tecnologías y proceso de aprendizaje lentos.

Pulido (2001) sostiene que las diferentes variantes metodológicas propuestas por estos estudios para evaluar, en general, el impacto macroeconómico de las TIC, intentan recoger los efectos de uno o varios de los siguientes mecanismos de transmisión:

1. *Canal de transmisión a través de la producción de las TIC y su efecto directo sobre la productividad total de factores.* El efecto del progreso tecnológico en la producción de bienes y servicios de las TIC, con la consiguiente caída permanente de precios y ganancias de productividad para estos productos que, por sí sola supone una mejora general de la productividad del sistema, tanto mayor cuanto más elevada sea el área de producción de las TIC.

2. *Canal de transmisión a través de la acumulación de capital de las TIC.* El componente de productos de las TIC que forman parte de la inversión –equipos y *software*–, como progreso técnico incorporado a través de diferentes «cosechas» de capital, 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 de las TIC.* Posibles ganancias de productividad en los sectores utilizadores del capital de las TIC a través del mayor progreso tecnológico incorporado a los mismos, comparativamente con otros bienes de capital.

En estos estudios, a efectos de la medición de la productividad y con el fin de ajustar la valoración cada vez con mayor precisión, se coincide en que las medidas más adecuadas de los factores ▷

¹⁰ Griliches (1969) enfatiza el papel de la destreza en el uso de los bienes de capital, y es conocida como la hipótesis de «complementariedad entre capital y destreza» (*capital-skill complementarity*). La segunda hipótesis, propuesta, en primer lugar, por Nelson y Phelps (1966), acentúa el papel de la destreza en la implementación de la nueva tecnología y es conocida como «destreza en la adopción» (*skill in adoption*). Los modelos de Heckman, Lochner y Taber (1998) y de Benhabib y Spiegel (1994) son extensiones de los modelos de Griliches y de Nelson y Phelps, respectivamente.

de producción primarios (capital y trabajo) se refieren a los servicios realmente prestados por ellos a la producción, es decir, horas de trabajo y utilización de capital, ambos «ajustados por calidad» en función de sus correspondientes productividades marginales. Para la contabilidad del crecimiento, agregando *inputs* heterogéneos conforme a este procedimiento equivale a emplear una función de producción con muchos *inputs* desagregados cuyos coeficientes son las elasticidades parciales del producto respecto a cada uno de ellos (Barro, 1998), las cuales equivalen a la participación de las rentas de los diferentes factores productivos en el valor del producto final.

Así, por lo que se refiere al factor trabajo, existen diversas maneras de medirlo. Una primera forma es mediante el número de ocupados, incluyendo los trabajadores asalariados y no asalariados. Otra manera más precisa es a través del cálculo de las «horas efectivamente trabajadas», para el que se suele utilizar la información facilitada sobre horas habituales y horas no trabajadas por las encuestas de población activa o por encuestas a establecimientos. Dado el comportamiento procíclico de las horas efectivamente trabajadas, las series de tasas de crecimiento de la productividad calculadas a partir de las horas de trabajo tienen un comportamiento menos volátil a lo largo del ciclo económico que las series que se calculan a partir del número de ocupados. Además, hay que tener en cuenta la apreciación de la cualificación profesional de los trabajadores empleados en el proceso de producción y los niveles de estudio (Scarpetta, Bassanini, Pilat y Schreyer, 2000). Suele ser habitual que la agregación de horas de trabajo de trabajadores de distinto nivel de cualificación se realice utilizando como ponderaciones los salarios relativos de dichos trabajadores, (ya que se supone que dichos salarios corresponden a sus productividades marginales, aunque esto no ocurre necesariamente en mercados de trabajo en los que los salarios se determinan mediante negociación colectiva y existen determinados tipos de regulaciones como la de los salarios mínimos).

Por lo que respecta a la medición del capital, la considerada más correcta vendría dada por el flujo de los servicios (o tasa de utilización) de capital a precios constantes, en base a una agregación compuesta por tipos distintos de bienes de capital ponderados por sus costes de usuario¹¹ y los deflatores hedónicos¹² (Schreyer, 2000). Sin embargo, esta forma tiene sus limitaciones, puesto que no todos los países construyen series basadas en estos criterios. El procedimiento habitual de medir el capital consiste en la construcción de series del *stock* de capital utilizando el método del inventario permanente o perpetuo, es decir, acumulando la inversión y aplicando una determinada tasa de depreciación de forma continua. Este procedimiento debe resolver, no obstante, determinadas cuestiones referidas a cómo valorar los distintos bienes de capital en el momento de la compra y a lo largo de su ciclo productivo; cómo ponderar la eficiencia relativa de distintos bienes de capital en cada momento del tiempo; cómo calcular el consumo de capital fijo durante la producción (utilizando bien la diferencia entre el valor del capital en los distintos momentos del tiempo, o bien las tasas de depreciación de los distintos tipos de capital utilizados en cada período); y cómo construir un índice del volumen de servicios del capital que represente el insumo de este factor en el proceso productivo y, por tanto, pueda utilizarse para el cálculo de la productividad por lo que se refiere al uso del capital. ▷

¹¹ Los costes de usuario, más comúnmente usados en la literatura, están compuestos de: i) el coste de oportunidad de invertir el dinero en activos financieros (u otro tipo) en lugar de en un bien de capital; ii) la depreciación física, es decir, la pérdida de eficacia/productividad del activo de capital a medida que envejece; e iii) la ganancia o pérdida (esperada) del capital (el cambio en el valor real del activo sin considerar la depreciación física) (Jorgenson y Griliches, 1967; Griliches, 1987).

¹² Aunque, según los autores, existen grandes limitaciones en la mayoría de los países de la OCDE en cuanto a disponibilidad de datos para la descomposición de activos TIC (Bassanini *et al.*, 2000). La metodología de los precios hedónicos (descomposición del precio total en la satisfacción de unas necesidades del consumidor a través de las características que incorpora cada modelo del producto) para calcular índices de precios corregidos de variaciones de calidad, se debe inicialmente a Griliches (1964) y la literatura técnica es muy extensa (Bover e Izquierdo, 2001). Una aproximación a los sesgos de medición de las variables macroeconómicas españolas derivados de los cambios en la calidad de los productos puede verse en Izquierdo y Matea, 2001. Por su parte, el INE no calcula de forma oficial precios hedónicos.

Mientras que para las tres primeras cuestiones no existen controversias metodológicas entre los distintos países; son muy pocos, sin embargo, quienes construyen series regulares de servicios de capital utilizados en la producción (OCDE, 2001a y 2001b). Uno de los asuntos más discutidos a este respecto es el de la comparabilidad internacional de índices de precios de bienes de capital que tengan en cuenta los cambios en la calidad. En este sentido, las discrepancias metodológicas entre EEUU y la UE en el caso de los bienes de capital relacionados con las TIC, pueden explicar las diferencias observadas en las tasas de crecimiento de la productividad en ambas áreas (Schreyer, Bignon y Dupont, 2003; van Bark, Melka, Mulder, Timmer e Ypma, 2003; Hernando y Núñez, 2004).

De esta forma, mejorar la estimación de la calidad de la composición de los factores supone modificaciones en las contribuciones de éstos al crecimiento del producto y, a su vez, de la MFP. Dicho en otros términos, la medida de los servicios del capital y del trabajo ajustados por calidad desplaza algunos de los efectos del crecimiento desde la variación de la MFP a los factores o a alguno de ellos. Sin embargo, su importancia no debe exagerarse. Bassanini *et al.* (2000), estiman que este impacto es relativamente pequeño y bastante similar en todos los países del G 7, al menos durante el período 1980-1996. En el caso de EEUU y para el período 1990-1996, el efecto de la composición del capital sobre el crecimiento del producto no suponía más de 0,1 puntos porcentuales¹³.

En suma, los sucesivos modelos y estudios realizados han venido proporcionando a la teoría económica –y, más concretamente, a la contabilidad del crecimiento– una guía más detallada sobre qué cosas deberían medirse y cómo medirse. Por otra parte, la búsqueda de una metodología apropiada para valorar *inputs*, así como para calcular índices de precios corregidos de variaciones de calidad, ha sido una preocupación permanente de las oficinas

de estadística de todos los países desde hace tiempo¹⁴.

3. Diferentes medidas de crecimiento de la productividad multifactorial (MFP) o de la tasa de progreso técnico

Así pues, el cambio en la composición de los *inputs* trabajo y capital, desde un punto de vista cualitativo, es una cuestión importante para la valoración del producto y, lógicamente, de la MFP. De forma resumida, se pueden distinguir hasta cuatro formas distintas de medir la variación de la MFP en función de las diversas maneras de contabilizar el crecimiento, las cuales, sólo a modo de ejemplo, se representan en el Gráfico 1 referidas al caso de EEUU.

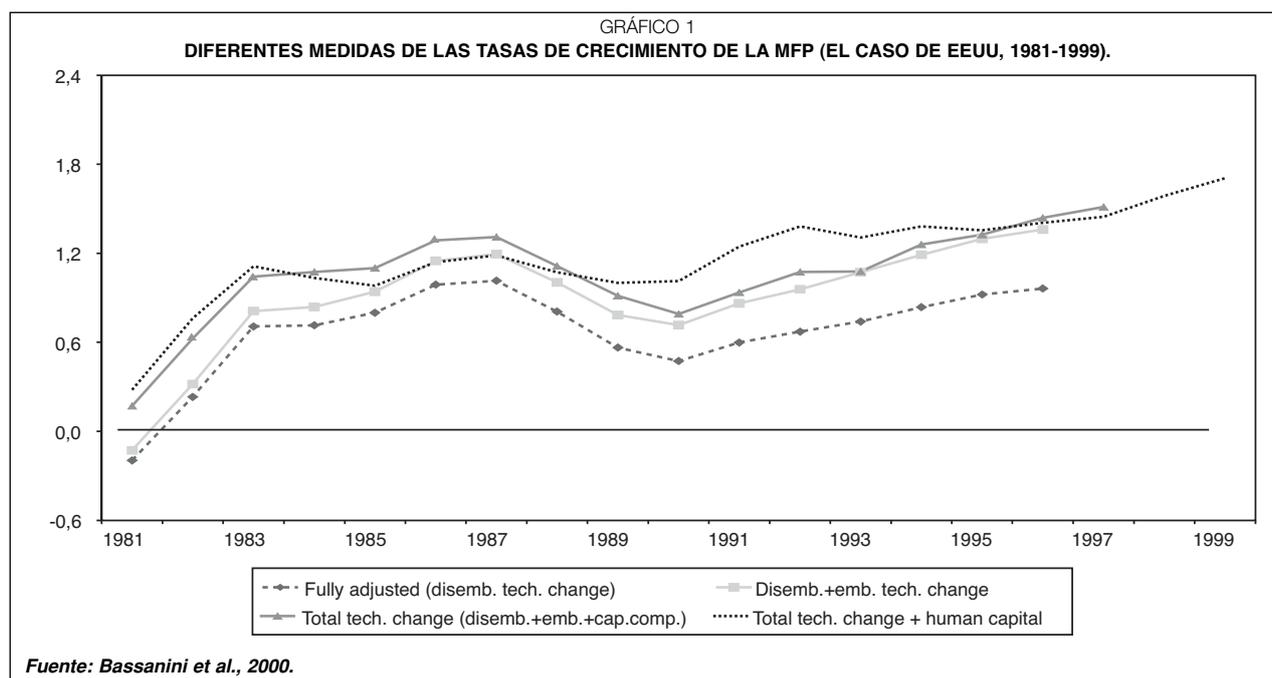
Primera medida

La MFP normalmente se define como la porción residual de crecimiento del producto después de considerar el crecimiento del capital y el trabajo, expresados ambos en las condiciones de «calidad-ajustada», es decir, teniendo en cuenta los aspectos cualitativos de los *inputs* en los términos antes señalados. Esta primera medida representa el cambio tecnológico totalmente desincorporado y se obtiene usando el trabajo y los servicios del capital ajustados por la calidad (mediante los deflatores hedónicos) y su composición¹⁵. Esta medida capta las mejoras organizacionales y tecnológicas desincorporadas que aumentan el producto para una cantidad dada de *inputs* y, según Jorgenson, éste es el único componente identificable del progreso tecnológico. De forma coherente, tanto la mayoría de las instituciones encargadas de las estadísticas y contabilidad nacionales en los distintos países como muchos investigadores académicos utilizan esta medida de la MFP (Bassanini *et al.*, 2000; Pulido, 2001; Mas *et al.*, 2007). ▷

¹³ La misma estimación a la que llegan Bover e Izquierdo (2001), e Izquierdo y Matea (2001), para el caso español Jimeno y Sánchez Mangas (2006).

¹⁴ Mas, Pérez y Uriel (2007).

¹⁵ Representada por la curva *Fully adjusted (disemb. tech. change)*, (Gráfico 1).



Segunda medida

Otros investigadores, en la línea apuntada, se han centrado recientemente en la identificación de la parte incorporada del progreso tecnológico. En particular, el ya mencionado modelo de Greenwood, Hercowitz y Krusell (1997) e, igualmente, el de Hercowitz (1998) sugieren una manera de considerar la controversia de la «incorporación» agregando una fuente adicional de información. Por un lado, plantean la estimación del componente desincorporado como el residuo de una función de producción donde el flujo agregado de servicios de capital se obtiene a través de los costes de usuarios y los precios hedónicos. Por otro, calculan la tasa de crecimiento del componente incorporado como la tasa de crecimiento inversa del deflactor hedónico del equipo multiplicada por su participación en el valor agregado. La razón que esconde este procedimiento es que, la caída del precio de los bienes de capital (reflejada por el deflactor hedónico) representa, *ceteris paribus*, el cambio tecnológico. Un procedimiento similar consiste en el denominado «método dual», donde el progreso tecnológico global se obtiene mediante la diferencia entre los cambios en los costes por unidad de *output* y los cambios en los

costes por unidad de *input* multiplicados por sus cuotas respectivas en el valor total (Morrison, 1999). Por tanto, esta segunda medida refleja el cambio tecnológico, incorporado y desincorporado, valorando los diferentes activos de capital mediante la agregación de los costes de usuarios¹⁶, tal como estos se han definido anteriormente.

Tercera medida

Puesto que muchos países y regiones no siempre disponen de los precios hedónicos y, cuando están disponibles, se refieren sólo a unos pocos bienes, otra forma más simple de calcular el progreso tecnológico incorporado puede obtenerse volviendo a la contribución original de Solow (1960). Así, si hubiera un único tipo de activo de diferentes generaciones, se podría obtener una medida agregada del *input* de capital por el inventario permanente y la deflación de la inversión a través del precio real de adquisición (y no por el precio hedónico). Entonces, el cambio tecnológico global podría computarse como el crecimiento del residuo de una función de producción que emplea esta medida del ▷

¹⁶ Representada por la curva «Disemb. + emb. tech. change» (Gráfico 1).

input de capital. En el caso de la existencia de múltiples tipos de activos, la tasa de crecimiento de cada uno de ellos puede computarse siguiendo este mismo procedimiento (usando el precio de adquisición real), mientras que la agregación de capital puede lograrse usando las cuotas de participación en el valor total. Indudablemente, pueden aparecer sesgos en el cómputo de esta medida (Solow, 1960; Nelson, 1964; Diamond, 1965), pero, igualmente, también pueden surgir si el cálculo se realiza usando los deflatores hedónicos. Por tanto, estas objeciones son asimismo aplicables al procedimiento sugerido por Greenwood *et al.* (1997) y por el método dual. Esta tercera medida¹⁷, explica el efecto de la composición sobre el capital usando el *stock* de capital agregado a los precios de adquisición.

Cuarta medida

Una última forma de medir la MFP amplía la anterior incluyendo el capital humano, simplemente, ajustando el trabajo por horas trabajadas¹⁸.

Los datos presentados en el Gráfico 1 permiten ver la evolución de cada una de las medidas de MFP que se acaban de definir. Este gráfico sugiere algunas consideraciones. Por un lado, los valores que arroja la medida estimada como más correcta de la tasa de crecimiento de MFP para regular la composición o la calidad del factor humano y del capital (la descrita en primer lugar) son más bajos que los de las otras tres, que sólo realizan ajustes parciales. Sin embargo, por otro, se aprecia cómo, en términos generales, la tendencia de la evolución de todas las tasas a lo largo del tiempo ofrece fluctuaciones muy similares, por lo que no es difícil inferir que las variaciones temporales de las tasas de crecimiento de las diferentes formas de medida son muy parecidas.

4. Conclusiones

Las nuevas metodologías aplicadas en la contabilidad del crecimiento empiezan a reflejar cómo

¹⁷ Representada por la curva *Total tech. change (disem. + emb. + cap. comp.)* (Gráfico 1).

¹⁸ Representada por la curva *Total tech. change + human capital* (Gráfico 1).

las nuevas teorías del cambio tecnológico endógeno sitúan a éste en el papel predominante que le corresponde. Si se entiende el progreso tecnológico en su sentido amplio (nuevos productos, procesos productivos perfeccionados, mejoras en la inversión y gestión de recursos públicos y privados) es imposible subvalorar su incidencia como factor estimulante del crecimiento a largo plazo. Pero se trata no sólo de esfuerzo en I+D, sino también de estímulo a la difusión de conocimientos, tecnología incorporada a la inversión en capital físico y, en general, innovación en sus más variados aspectos. Con la inclusión de los efectos innovadores incorporados a las nuevas *cosechas* de capital, el papel de la inversión en infraestructuras, plantas y equipos cobra una gran importancia como factor.

Sin embargo, la MFP como medida residual ha de ser interpretada con cautela. En muchas ocasiones el conocido residuo de Solow (cambio en la PTF) se ha identificado con el cambio tecnológico. Sin embargo, el cambio tecnológico no se transmite exclusivamente a cambios en la PTF, ni la PTF es necesariamente tecnología. De una parte, si la PTF está bien calculada ha de recoger exclusivamente el cambio técnico desincorporado mientras que el cambio técnico incorporado en los bienes de capital (o en los *inputs* intermedios) debe ser recogido en las contribuciones de cada uno de ellos. Y de otra, el residuo recoge otros factores no tecnológicos, como los costes de ajuste, las economías de escala, los efectos del ciclo, los cambios puros en la eficiencia (cuando el cambio en la PTF debería recoger sólo los movimientos en la frontera de posibilidades de producción), o los errores de medida (entre los que se incluirían los efectos del cambio técnico incorporado no medidos correctamente al valorar la heterogeneidad y la calidad de los *inputs* así como sus correspondientes participaciones en los costes, y la no consideración de los cambios en el capital humano). De hecho, algunos de estos factores pueden invalidar la construcción de los índices de PTF bajo los supuestos de rendimientos constantes y eficiencia técnica. ▷

Bibliografía

- [1] ARGOTTE, L. y EPPLE, D. (1990), «Learning curves in manufacturing», *Science*, 247, pp. 920-924.
- [2] ARROW, K. J. (1962): «The Economic Implications of Learning by Doing», *Review of Economic Studies*, 29 junio, pp. 155-173.
- [3] BAHK, B.H. y GORT, M. (1993): «Decomposing Learning by Doing in New Plants», *Journal of Political Economy*, vol. 101, nº 4, pp. 561-583.
- [4] BARRO, R. (1998): «Notes on Growth Accounting», *NBER Working Paper*, 6654, Cambridge, MA.
- [5] BASSANINI, A., SCARPETTA, S. y VISCO, I. (2000): «Knowledge, Technology and Economic Growth: Recent Evidence from OECD Countries», *OECD Economics Department Working Paper*, nº 259, octubre.
- [6] BENHABIB, J. y SPIEGEL, M. (1994): «The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from aggregate cross country data», *Journal of Monetary Economics*, vol. 34, nº 2, pp. 143-173.
- [7] 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, Estudios Económicos, nº 70.
- [8] COMISIÓN EUROPEA (2000): «Economic Growth in the EU: Is a «New» Pattern Emerging?», Capítulo 3 de la Comunicación al Consejo Europeo de Niza, diciembre.
- [9] DAVID, P. (1990): «The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox», *American Economic Review*, vol. 80, nº 2, mayo, pp. 355-361.
- [10] DAVID, P. (1991): «Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a Not-Too-Distant Mirror», *The Warwick Economics Research Paper Series (TWERPS)*, 339, University of Warwick, Department of Economics.
- [11] DENISON, E.F. (1962): *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us*, Washington, DC: Committee for Economic Development.
- [12] DIAMOND, P.A. (1965): «Technical Change and the Measurement of Capital and Output», *Review of Economic Studies*, nº 32, pp. 289-299.
- [13] GORDON, R.J. (2000): «Does the “New Economy” Measure Up to the Great Inventions of the Past?», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, nº 4, pp. 49-74.
- [14] GORT, M. y KLEPPER, S. (1982): «Time Paths in the Diffusion of Product Innovations», *Economic Journal*, vol. 92, nº 367, pp. 630-653.
- [15] GREENWOOD, J., HERCOWITZ, Z. y KRUSELL, P. (1997): «Long-run implications of investment-specific technological change», *American Economic Review*, vol. 87, nº 3, pp. 342-362.
- [16] GREENWOOD, J. y JOVANOVIC, B. (2006): «Contabilidad del crecimiento», en *Cuadernos Económicos del ICE*, nº 72, diciembre, pp. 11-60.
- [17] GRILICHES, Z. (1963): «The Source of Measured Productivity Growth: US Agriculture, 1940-1960», *Journal of Political Economy*, vol. 71, pp. 331-346.
- [18] GRILICHES, Z. (1964): «Notes on the Measurement of Price and Quality Changes», en *Models of Income Determination*, Princeton University Press.
- [19] GRILICHES, Z. (1969): «Capital-skill complementarity», *Review of Economics and Statistics*, vol. 51, nº 4, pp. 465-468.
- [20] GRILICHES, Z. (1987): «Productivity, Measurement Problems», en Eatwell, J.; Milgate, M. y Newman, P. (eds.), *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, New York: Stockson Press.
- [21] HECKMAN, J.; LOCHNER, L. y TABER, C. (1998): «Explaining rising wage inequality: Exploration with a dynamic general equilibrium model of labor earnings with heterogeneous agents», *Review of Economic Dynamics*, vol. 1, nº 1, pp. 1-58.
- [22] HERCOWITZ, Z. (1998): «The “Embodiment” Controversy: A Review Essay», *Journal of Monetary Economics*, nº 41, pp. 217-224.
- [23] HERNANDO, I. y NÚÑEZ, S. (2004): «The Contribution of ICT to Economic Activity: A Growth Accounting Exercise with Spanish Firm-Level Data», *Investigaciones Económicas*, vol. 28, nº 2, pp. 315-348. ▷

- [24] HULTEN, C. (1992): «Growth Accounting when Technical Change is embodied in Capital», *American Economic Review*, vol. 82, nº 4, pp. 964-980.
- [25] IZQUIERDO, M. y MATEA, M^a. LI. (2001): «Una aproximación a los sesgos de medición de las variables macroeconómicas españolas derivados de los cambios en la calidad de los productos», Banco de España, Servicio de Estudios, Estudios Económicos, nº 71.
- [26] JIMENO, J.F. y SÁNCHEZ, R. (2006): «La productividad en España: Una perspectiva macroeconómica», en Segura, J. (coord.), *La productividad en la economía española*, Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, pp. 29-70.
- [27] JORGENSON, D.W. (1963): «Capital Theory and Investment Behaviour», *American Economic Review*, vol. 53, nº 2, mayo.
- [28] JORGENSON, D.W y GRILICHES, Z. (1967): «The explanation of Productivity Change», *Review of Economic Studies*, vol. 34, nº 3, julio, pp. 249-280.
- [29] JORGENSON, D. W. y STIROCH, K. J. (2000): *Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age*, Federal Reserve Bank of New York.
- [30] JOVANOVIC, B. y LACH, S. (1989): «Entry, Exit and Diffusion with Learning by Doing», *American Economic Review*, nº 79, pp. 690-699.
- [31] JOVANOVIC, B. y NYARKO, Y. (1995): «A Bayesian Learning Model fitted to a variety of Learning Curves», *Brookings Papers on Economic Activity, Microeconomics*, pp. 247-306.
- [32] KENDRICK, J.W. (1961): *Productivity Trends in the United States*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- [33] KLEIN, L. R. y KUMASAKA, V. (2000): *IT Revolution and Increasing Returns to Scale in the U.S. Economy*. Project LINK, United Nations.
- [34] KRUSELL, P. (1998): «Investment-specific R&D and the decline in the relative price of capital», *Journal of Economic Growth*, vol. 3, nº 2, pp. 131-141.
- [35] LUCAS, R. (1988): «On the Mechanics of Economic Development», *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, nº 1, julio, pp. 3-42.
- [36] MAS, M., PÉREZ, F. y URIEL, E. (2007): *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial (1964-2005). Nueva metodología*, Bilbao: Fundación BBVA.
- [37] Mc MORROW, K. y ROEGER, W. P. (2001): *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.
- [38] MORRISON, C.J. (1999): *Cost Structure and the Measurement of Economic Performance*, Norwell, MA: Kluwer Ac.
- [39] NELSON, R.R. (1964): «Aggregate Production Functions and Medium-Run Growth Projections», *American Economic Review*, nº 54, pp. 575-606.
- [40] NELSON, R.R. y PHELPS, E.S. (1966): «Investment in humans, technological diffusion and economic growth», *American Economic Review*, vol. 56, nº 1-2, pp. 69-75.
- [41] OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) (2001a): *Measurement Capital, OECD Manual. Measurement of Capital Stocks, Consumption of Fixed Capital and Capital Services*, OECD, París.
- [42] OCDE (2001b): *Measurement Productivity, OECD Manual. Measurement of Aggregate and Industry-Level Productivity Growth*, OECD, París.
- [43] OCDE (2008): *OECD Compendium of Productivity Indicators*, OECD Statistics Directorate, OECD Directorate for Science, Technology and Industry, en <http://www.oecd.org>.
- [44] OLINER, S.D. y Sichel, D.E. (2000): *The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?*, Federal Reserve Board.
- [45] PARENTE, S. (1994): «Technology Adoption, Learning-by-Doing, and Economic Growth», *Journal of Economic Theory*, vol. 63, nº 2, pp. 346-369.
- [46] PULIDO, A. (2001): «La nueva economía: medición de sus efectos», *Información Comercial Española*, nº 793, agosto-septiembre, pp. 17-23.
- [47] ROMER, P. M. (1990): «Endogenous technological change», *Journal of Political Economy*, vol. 98, nº 5, octubre, part II, pp. S71-S102. ▷

- [48] SAMUELSON, P.A. (1962): «Parable and Realism in Capital Theory: The Surrogate Production Function», *Review of Economic Studies*, nº 29, junio.
- [49] SCARPETTA, S., BASSANINI, A., PILAT, D. y SCHREYER (2000): «Economic Growth in the OECD Area: Recent Trends at the Aggregate and Sectoral Level», *OECD Economics Department Working Papers*, nº 248, París.
- [50] SCHREYER, P. (2000): «The Impact of Information and Communication Technology on Output Growth», *OECD STI Working Paper*, 2000/2.
- [51] SCHREYER, P., BIGNON, P. y DUPONT, J. (2003): «OECD Capital Services Estimates: Methodology and a First Set of Results», *OECD Statistics Working Papers*, 2003/6, OECD Publishing.
- [52] SOLOW, R.M. (1957): «Technical Change and the Aggregate Production Function», *Review of Economics and Statistics*, nº 39, pp. 312-320.
- [53] SOLOW, R.M. (1960): «Investment and Technological Progress», en Arrow, K.; Karlin, S. y Suppes, P., (eds.), *Mathematical Methods in the Social Sciences 1959*, Standford, CA: Standford University Press, pp. 89-104.
- [54] SOLOW, R.M. (1987): «We'd better watch out», *New York Times Book Review*, 12 de julio.
- [55] VAN BARK, B., MELKA, J., MULDER, N., TIMMER, M. e YPMA, G. (2003): *ICT Investment and Growth Accounts for the European Union, 1980-2002*, Final Report on ICT and Growth Accounting for the DG Economics and Finance of the European Commission, Brussel.

ORDEN DE SUSCRIPCION

Solicito la suscripción que se detalla a continuación:

PUBLICACIONES PERIÓDICAS	ESPAÑA	EXTRANJERO
	1 año	1 año
<input type="checkbox"/> Boletín Económico de Información comercial Española (24 números/año, incluidos monográficos, e índice anual)	<input type="checkbox"/> 81,10 € (1)	<input type="checkbox"/> 106,20 €
<input type="checkbox"/> Información Comercial Española. Revista de Economía (6 números/año e índice anual)	<input type="checkbox"/> 106,20 € (1)	<input type="checkbox"/> 74,90 €
<input type="checkbox"/> Cuadernos Económicos de Información Comercial Española. (Número suelto)	<input type="checkbox"/> 15,00 € (1)	
	Total	

(1) Más 4% de IVA. Excepto Canarias, Ceuta y Melilla.

DATOS

Nombre y apellidos
.....
Empresa
Domicilio
D.P. Población
N.I.F.
Teléf. Fax

Firma

FORMAS DE PAGO

Transferencia a la cuenta del Centro de Publicaciones del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
BBVA. Pº de la Castellana, 148. 28046 MADRID (ESPAÑA)
CÓDIGO CUENTA CLIENTE
0182-9091-52-0200000597

ORDEN DE PEDIDO

Título	Importe
	Total

Ejemplar suelto: **Boletín Económico de Información comercial Española:**

España 4,70 € + IVA. Excepto Canarias, Ceuta y Melilla

Extranjero 8,00 € + IVA. (Según zona geográfica) (más 5,00 € de gastos de envío)

Información Comercial Española. Revista de Economía:

España 12,40 € + IVA. Excepto Canarias, Ceuta y Melilla

Extranjero 13,60 € + IVA. (Según zona geográfica) (más 5,00 € de gastos de envío)

Cuadernos Económicos de Información Comercial Española:

España 15,40 € + IVA. Excepto Canarias, Ceuta y Melilla

DATOS

Nombre y apellidos
.....
Empresa
Domicilio
D.P. Población
N.I.F.
Teléf. Fax

Firma

FORMAS DE PAGO

Transferencia a la cuenta del Centro de Publicaciones del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
BBVA. Pº de la Castellana, 148. 28046 MADRID (ESPAÑA)
CÓDIGO CUENTA CLIENTE
0182-9091-52-0200000597



MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO
SUBSECRETARÍA
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO NORMATIVO, INFORMES Y PUBLICACIONES
CENTRO DE PUBLICACIONES

Información y venta directa:

Panamá, 1. Vestíbulo. 28071 Madrid. Teléfonos 91 349 49 68 y 91 349 76 05

Suscripciones y ventas por correspondencia:

Panamá, 1. Planta 0. 28071 Madrid. Teléfono 91-349 51 29 Fax 91-349 44 85

Suscripciones a través de la página web del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio:

<http://www.revistasice.com/RevistasICE/Suscripciones/pagFormulario.htm>