

La contribución de las políticas de inversión en capital público y humano al crecimiento de la productividad en la UE-15

DELGADO RODRÍGUEZ, M^a J.(*) Y ÁLVAREZ AYUSO, I.(**)

**Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad Rey Juan Carlos. **Departamento de Fundamentos del Análisis Económico II, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Complutense de Madrid.*

**Telf.: 914 887 951. *E-mail: mdelgado@fcjs.urjc.es. **E-mail: eccuay6@sis.ucm.es*

RESUMEN

En este trabajo se analiza la contribución de las políticas públicas de inversión en capital público y humano al crecimiento de la productividad total de los factores en la UE-15 durante el periodo 1980-2001. Esta contribución se estima a través de la elaboración de índices de productividad de Malmquist calculados mediante técnicas no paramétricas de programación lineal, que permiten descomponer el crecimiento de la productividad en ganancias de eficiencia y cambio tecnológico. Ello hace posible la investigación de distintos canales de influencia de estas dotaciones en las economías europeas. Los resultados obtenidos señalan al cambio técnico como principal fuente del crecimiento de estos países y confirman el proceso de difusión de tecnología en el periodo estudiado. Se constata también que las políticas de gasto en educación llevadas a cabo por los países de la UE-15 han ejercido una influencia favorable tanto sobre la innovación como sobre la adopción de tecnología.

Palabras clave: Capital público, Capital humano, Eficiencia técnica, Índice de Malmquist, Bienes públicos.

The Contribution of Human and Public Capital Policies to Productivity Growth in the 15-EU Countries

ABSTRACT

In this research we analyse the contribution of public policies of investment on public and human capital to total factor productivity growth in the 15-EU State members during the years of 1980-2001. With this aim a nonparametric programming method is used to compute Malmquist productivity indices and decompose total productivity growth into components attributable to technological change and technological catch-up. The results show that technical change is the main source of growth for these economies and the existence of a technological catch-up process in the period studied. We also confirm that the policies on educational expenditure carried out by the countries in the 15-EU have a favourable influence on innovation and technological diffusion.

Keywords: Public capital, Human capital, Technical efficiency, Malmquist index, Public goods.

Clasificación JEL: C14, C23, H54, D24, H41.

Artículo recibido en diciembre de 2003 y aprobado en marzo de 2004.

Artículo disponible en versión electrónica en la página www.revista-eea.net, ref.: E-22202.

I. INTRODUCCIÓN

Durante las dos últimas décadas los gobiernos de los países de la Unión Europea han adoptado políticas de oferta encaminadas fundamentalmente a incrementar las dotaciones existentes de capital público y educación. Este tipo de políticas trata de equiparar las condiciones económicas entre los Estados miembros, con el fin de corregir las disparidades territoriales en renta y productividad. El importante esfuerzo inversor realizado ha suscitado el interés académico por evaluar estas actuaciones y determinar su capacidad para influir en la actividad económica.

Los efectos económicos del capital público y el capital humano han sido objeto de estudio en numerosos trabajos, en los que, generalmente, se ha reconocido que contribuyen significativamente al crecimiento económico. Sin embargo, también se ha cuestionado la magnitud de su impacto, dada la diversidad de resultados alcanzados. Esta falta de uniformidad se debe, en gran medida, a la gama de impactos indirectos que se derivan de estas inversiones, que hacen complejo su análisis. Recientemente, se han publicado diversos trabajos que plantean la conveniencia del uso de técnicas de frontera¹. Estas técnicas solventan el sesgo que se comete en los estudios que no incorporan la eficiencia en el uso de los factores productivos y, además, permiten ampliar la evidencia sobre los efectos derivados del capital público (Álvarez y Delgado, 2003) y del capital humano (Maudos *et al.*, 2003). Los trabajos que estudian la influencia de estos stocks conjuntamente son escasos (Maudos *et al.*, 1998 y Pedraja *et al.*, 2002) y en pocos casos toman como referencia los 15 países de la Unión Europea (UE-15).

Este trabajo centra la atención en el comportamiento de las economías europeas para explorar la contribución de estos dos instrumentos de política pública. Concretamente, cobra un especial interés evaluar el efecto indirecto de estos equipamientos sobre el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) de la UE-15. Para llevar a cabo el análisis se utilizó una aproximación no paramétrica de la frontera de producción, como son los índices de productividad de Malmquist. Estos índices se calculan mediante técnicas no paramétricas de programación lineal, que permiten descomponer el crecimiento de la productividad en mejoras de eficiencia y cambio técnico. Ello permite contestar preguntas sobre la contribución estas políticas públicas a estimular el crecimiento de la productividad en la UE-15 o cuál ha sido el canal de influencia de estas dotaciones sobre las economías europeas.

Para responder a estas cuestiones el artículo sigue dos enfoques. En primer lugar, se intenta contrastar la existencia de convergencia en eficiencia, tratando de comprobar si la acumulación de capital público y humano ha favorecido la asimilación de la tecnología ya existente y procedente de los países próximos a la frontera (efecto

1. Véase Álvarez A. (coord.) (2001) para una descripción de las técnicas de frontera.

*catching-up*²). De este modo, la inversión en estos capitales permitiría que los países más alejados de la frontera de producción alcanzaran mayores tasas de crecimiento al reducir sus niveles de ineficiencia. Una vez contrastada esta realidad, el objetivo será determinar el papel del crecimiento del capital público y humano como factores condicionantes de las ganancias de productividad. Los resultados obtenidos permitirán determinar si estas políticas públicas han afectado a la innovación, a la difusión de tecnología o a ambos procesos.

El desarrollo de estas tareas requiere completar las bases de datos habitualmente utilizadas en los trabajos para la UE-15. En concreto, resulta necesaria la estimación de las series de capital público, privado y capital humano. Su uso mediante el empleo de técnicas no paramétricas para medir la productividad permite ofrecer resultados a nivel individual de las mejoras de eficiencia y del cambio técnico³ y aportar evidencia sobre el comportamiento de estos países en el periodo estudiado. Ello puede hacer posible establecer la existencia de pautas de crecimiento comunes o divergentes entre las economías europeas.

La estructura de este trabajo es como sigue. En el segundo apartado se presenta la metodología utilizada en la descomposición de la productividad total de los factores. En el apartado tercero se describen los datos empleados y presentan los resultados obtenidos. Por último, el apartado cuarto resume las principales conclusiones de este trabajo.

2. EFICIENCIA PRODUCTIVA Y CAMBIO TÉCNICO: EL ÍNDICE DE MALMQUIST

El análisis propuesto en esta investigación ha requerido la estimación de índices de productividad de Malmquist. Para ello se ha seguido la metodología propuesta por Fare, Grosskopf, Norris y Zhang (1994), que permite descomponer el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) en dos componentes: cambios en la eficiencia técnica y en la tecnología a lo largo del tiempo. Esta estimación parte de la definición del índice de Malmquist basado en el output, en el que se supone que en cada período $t=1, \dots, T$, la tecnología en producción S^t modeliza la transformación de inputs, $X^t \in \mathfrak{R}_+^N$ en outputs, $Y^t \in \mathfrak{R}_+^M$.

$$S^t = \{(X^t, Y^t) : X^t \text{ puede producir } Y^t\}$$

2. El concepto de *catching-up* planteado es distinto al de Abramovitz (1994). En el contexto de funciones frontera, este concepto hace referencia a las mejoras de eficiencia o acercamiento a la frontera.

3. En las técnicas paramétricas el cambio técnico se estima a través de los efectos temporales o mediante la introducción de una tendencia, de manera que entonces se obtiene una tasa de cambio técnico común para todas las economías.

Para elaborar el índice de Malmquist es preciso definir funciones de distancia con respecto a dos períodos diferentes. La función de distancia del output en t se especifica como⁴:

$$D_0^t(X^t, Y^t) = \inf \left\{ \phi : (X^t, Y^t / \phi) \in S^t \right\} = \left(\sup \left\{ \phi : (X^t, \phi Y^t) \in S^t \right\} \right)^{-1} \quad (1)$$

Esta función se define como el recíproco de la máxima expansión proporcional del vector de output Y^t , dados los inputs X^t , y caracteriza completamente la tecnología. En particular, $D_0^t(X^t, Y^t) \leq 1$ si y solo si $(X^t, Y^t) \in S^t$. Adicionalmente, $D_0^t(X^t, Y^t) = 1$ si y solo si (X^t, Y^t) está en la frontera tecnológica. En la terminología de Farrell (1957) este último caso ocurre cuando la producción es técnicamente eficiente.

La función de distancia correspondiente a (1) mide el máximo cambio proporcional en outputs requerido para conseguir que (X^{t+1}, Y^{t+1}) sea factible en relación con la tecnología en t. De forma similar, se puede definir la función de distancia que mida la máxima proporción de cambio en output necesaria para que la combinación (X^t, Y^t) sea factible con relación a la tecnología en t+1, que se denomina $D_0^{t+1}(X^t, Y^t)$. Así pues el índice de productividad en output de Malmquist se define como:

$$M^t = \frac{D_0^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_0^t(X^t, Y^t)} \quad (2)$$

en el que la tecnología en t es la tecnología de referencia. Alternativamente, es posible definir un índice de Malmquist basado en el período t+1:

$$M^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_0^{t+1}(X^t, Y^t)} \quad (3)$$

La elección de una u otra tecnología de referencia resulta una cuestión relevante. Por este motivo, para resolver el problema que puede representar la consideración de una tecnología fija, Fare, Grosskopf, Norris y Zhang (1994) definen el índice de Malmquist de cambio en productividad basado en el output como la media geométrica de los índices de Malmquist (2) y (3), especificados con anterioridad:

$$M_0(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = \left[\left(\frac{D_0^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_0^t(X^t, Y^t)} \right) \left(\frac{D_0^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_0^{t+1}(X^t, Y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (4)$$

4. Las funciones de distancia se calculan utilizando la técnica de frontera no paramétrica DEA que se desarrolla en el artículo de Seiford y Thrall (1990).

O equivalentemente:

$$M_0(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = \frac{D_0^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_0^t(X^t, Y^t)} \times \left[\left(\frac{D_0^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_0^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(X^t, Y^t)}{D_0^{t+1}(X^t, Y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (5)$$

La expresión (5) permite dividir la evolución que sigue la productividad en dos componentes. El primer componente hace referencia al cambio en la eficiencia, cuyas mejoras se consideran evidencia de *catching-up*, es decir, de acercamiento de cada uno de los países a la frontera eficiente. Por su parte, el segundo componente indica cómo varía el cambio técnico y, por tanto, si el desplazamiento de la frontera eficiente hacia el input de cada país está generando una innovación en ésta última. Mejoras en el índice de Malmquist de cambio en productividad conducen a valores por encima de la unidad, al igual que sucede con cada uno de sus componentes.

3. DATOS Y RESULTADOS EMPÍRICOS

Para aplicar esta metodología al análisis del crecimiento de la productividad de los Estados miembros de la UE-15 en el periodo 1980-2001 se han utilizado los datos correspondientes a la producción privada (VAB pm en PPC de 1990) y al empleo privado de las economías europeas procedentes de NewCronos. Esta fuente estadística es publicada por Eurostat y contiene información expresada en términos constantes y homogeneizados con la paridad de poder de compra (PPC del dólar) de 1990 y con una importante cobertura temporal -llega hasta el año 2001- en la mayor parte de las variables. NewCronos no ofrece estimaciones de los capitales productivos público y privado para todos estos países, pero cuenta con información sobre la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF) por ramas de actividad, lo que permite alcanzar medidas de estos capitales aplicando a los respectivos flujos de inversión el método del inventario permanente (MIP)⁵.

Para analizar los efectos derivados de la inversión en capital humano se ha optado por medir este capital siguiendo un enfoque alternativo a los habitualmente planteados en la literatura y basados en resultados académicos⁶. Las series de capital humano empleadas en este artículo se han obtenido a partir de los recursos destinados a la

5. En OCDE (1993) se ofrece una descripción de los distintos procedimientos de cálculo utilizados para la estimación de stocks.

6. Véase Wöbmann (2003) y Le, Gibson y Oxley (2003) para una revisión de las medidas del stock de capital humano y sobre las ventajas y limitaciones de estas.

educación, de este modo es posible alcanzar una valoración monetaria de este stock que pueda ser utilizada como input productivo⁷. En esta medición del stock de capital humano se ha utilizado la información del gasto en educación recogida en las publicaciones de la OCDE⁸, expresada en moneda nacional y a precios corrientes, y se ha transformado en los mismos términos que el resto de variables utilizando el deflactor del consumo público y la PPC que ofrece la OCDE. Por último, sobre estas series se ha aplicado el método del inventario permanente.

Un rasgo a destacar en las estimaciones de los stocks de capital público, privado y humano utilizados en esta investigación es que se han calculado empleando el método del inventario permanente, de este modo se han alcanzado valoraciones de estos capitales siguiendo los mismos criterios. Esta metodología consiste en la agregación de las inversiones realizadas en cada periodo ajustadas por la tasa de depreciación, lo que ha hecho posible disponer de series homogéneas desde el año 1980 y hasta el año 2001⁸, completando la base de datos de las economías europeas empleada en este artículo.

El análisis empírico realizado parte de la construcción de índices de Malmquist, descomponiendo el crecimiento de la PTF en cambio técnico y ganancias de eficiencia para cada uno de los Estados miembros y el conjunto de la UE-15 (cuadro 1)⁹. Las estimaciones se han realizado diferenciando cinco periodos: el total (1980-2001) y los años 1980-1985, 1986-1992, 1993-1996 y 1997-2001, con objeto de aportar una mayor información sobre el comportamiento de estas variables. Los valores superiores a la unidad muestran las mejoras experimentadas y los menores a uno pueden ser interpretados como retrocesos en su crecimiento. Los resultados obtenidos para la totalidad del periodo muestran que, en general, los países europeos han experimentado reducidos aumentos de su PTF, aunque se pueden observar diferencias entre ellos. Irlanda, Austria y Finlandia se encuentran entre los países que han tenido el mayor crecimiento de su productividad frente a países como España, Portugal y Grecia con un comportamiento más desfavorable. A pesar de las diferentes trayectorias que los países europeos muestran, en todos ellos se ha comprobado que el cambio técnico es

7. Schultz (1961) es pionero en este método que valora el capital humano a partir de los recursos invertidos en educación. Aunque en este enfoque también se incluyen otros costes como los destinados a sanidad.

8. Eurostat ofrece en formato CD-ROM la información sobre las series de inversión por ramas de actividad. Por el contrario, la información presentada por la OCDE sobre el gasto en educación sólo se puede obtener en este soporte para años recientes. Por ello, la información utilizada se ha extraído de las publicaciones ofrecidas por la OCDE en papel: *Educational Statistics in OECD Countries* (1981), *Public Educational Expenditure* (1992) y *Education at a glance* (Varios años).

9. Las series de gasto en educación y de inversión por ramas de actividad están disponibles desde el año 1960, con algunas excepciones. Las series completas para los quince países europeos sólo se disponen desde el año 1980. En Álvarez y Delgado (2002): [www.minhac.es/ief/publicaciones/Documentos/DOC nº12/02](http://www.minhac.es/ief/publicaciones/Documentos/DOC_nº12/02), se realiza una descripción detallada del proceso llevado a cabo para la elaboración de los capitales público, privado y humano empleados en esta investigación

la principal fuente de crecimiento para la PTF, mientras que los cambios en eficiencia han sido menores. Las dificultades que muestran los países europeos para conseguir mejoras de eficiencia plantea la posibilidad de que existan factores que estén dificultando el proceso de difusión de tecnología. Es posible señalar a Luxemburgo como el país situado en la frontera de eficiencia durante todo el periodo, de manera que los acercamientos a la frontera del resto de países van a estar relacionados con el desarrollo tecnológico de este país. Además, Finlandia e Irlanda son los países que experimentan las mayores ganancias de eficiencia.

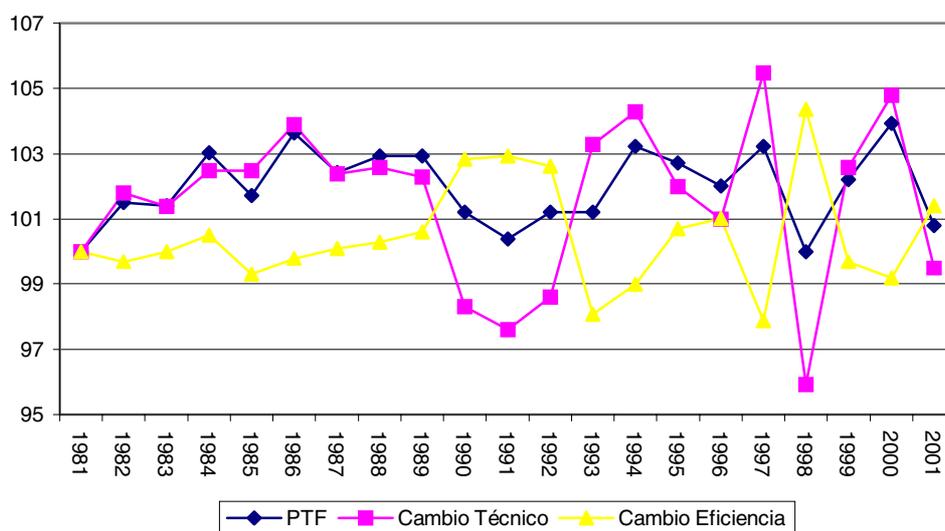
Al separar este análisis por periodos también se aprecian sensibles diferencias en los ritmos de crecimiento de la PTF alcanzados en cada uno de ellos. Además, un rasgo común que se vuelve a observar es la importancia del progreso técnico como la principal fuente de crecimiento de la PTF, siendo en el periodo 1993-1996 donde este proceso de innovación es especialmente intenso. A partir del año 1997 se desacelera este proceso, a la vez que se experimentan mejoras de la eficiencia en gran parte de los países europeos. Con respecto a las ganancias de eficiencia, es en el periodo 1986-1992 cuando realizan una mayor contribución al crecimiento de la productividad. A partir de 1997 las mejoras de eficiencia también son importantes, pero son fundamentalmente los países más próximos a la frontera los que muestran una mayor capacidad para adoptar los avances tecnológicos de los países líderes.

Cuadro 1: Descomposición del Crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF) (Crecimiento Medio Anual - 1980-2001)

	PIF (I. Malmquist)					Cambio Técnico					Ganancias en Eficiencia				
	80-01	80-85	86-92	93-96	97-01	80-01	80-85	86-92	93-96	97-01	80-01	80-85	86-92	93-96	97-01
Austria	1.023	1.014	1.023	1.023	1.037	1.023	1.013	1.021	1.036	1.005	1.000	1.001	1.002	0.987	1.032
Alemania	1.011	0.993	1.008	1.004	1.063	1.018	1.015	1.013	1.019	1.009	0.993	0.979	0.994	0.985	1.053
Bélgica	1.011	1.008	1.013	1.018	1.008	1.021	1.008	1.019	1.036	1.005	0.990	1.000	0.994	0.982	1.003
España	0.993	1.004	0.996	0.983	0.978	1.014	1.018	1.000	1.019	1.008	0.979	0.986	0.996	0.964	0.970
Finlandia	1.031	1.022	1.032	1.036	1.031	1.023	1.016	1.021	1.036	1.005	1.008	1.006	1.011	1.000	1.026
Francia	1.013	1.008	1.017	1.015	1.013	1.022	1.014	1.021	1.036	1.005	0.991	0.994	0.996	0.980	1.008
Grecia	0.997	0.997	1.001	1.014	0.983	1.010	1.037	0.969	1.020	1.017	0.987	0.961	1.033	0.994	0.966
Irlanda	1.030	1.006	1.034	1.072	1.015	1.021	1.025	1.006	1.028	1.015	1.008	0.982	1.028	1.043	1.000
Italia	1.011	1.012	1.015	1.021	0.993	1.023	1.016	1.021	1.036	1.005	0.989	0.996	0.995	0.985	0.988
Luxemburgo	1.020	1.015	1.019	1.025	1.007	1.020	1.015	1.019	1.025	1.007	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Países Bajos	1.004	0.989	1.000	1.007	1.033	1.019	1.016	1.015	1.019	1.009	0.985	0.974	0.985	0.988	1.023
Portugal	0.982	0.959	1.008	0.981	0.937	1.008	1.034	0.966	1.020	1.014	0.975	0.927	1.044	0.962	0.924
Dinamarca	1.012	1.016	0.995	1.018	1.021	1.017	1.018	1.006	1.022	1.009	0.995	0.998	0.989	0.996	1.012
Reinounico	1.002	1.039	0.975	1.003	0.988	1.013	1.039	0.975	1.020	1.017	0.990	1.000	1.000	0.983	0.971
Suecia	1.020	1.015	1.002	1.047	1.026	1.021	1.009	1.016	1.036	1.009	0.999	1.006	0.987	1.011	1.017
UE 15	1.011	1.006	1.009	1.018	1.008	1.018	1.019	1.006	1.027	1.009	0.993	0.987	1.003	0.991	0.999

Para completar este examen y ofrecer un mayor detalle sobre el comportamiento de estas variables en la UE-15, se ha realizado el análisis gráfico de la descomposición del crecimiento de la PTF para los años estudiados (gráfico 1). La comparación de las trayectorias indica que tanto el cambio técnico como la eficiencia han desempeñado un papel fundamental para explicar el crecimiento de la PTF, siendo posible diferenciar etapas en las que el crecimiento de la productividad se debe en mayor medida al cambio técnico (1993-1996) y, por lo tanto, a un desplazamiento significativo de la frontera tecnológica, de otras en las que las ganancias de eficiencia tienen un papel más destacado (1986-1992) y que reflejan el éxito de los países europeos en su aproximación a la frontera definida por los países líderes.

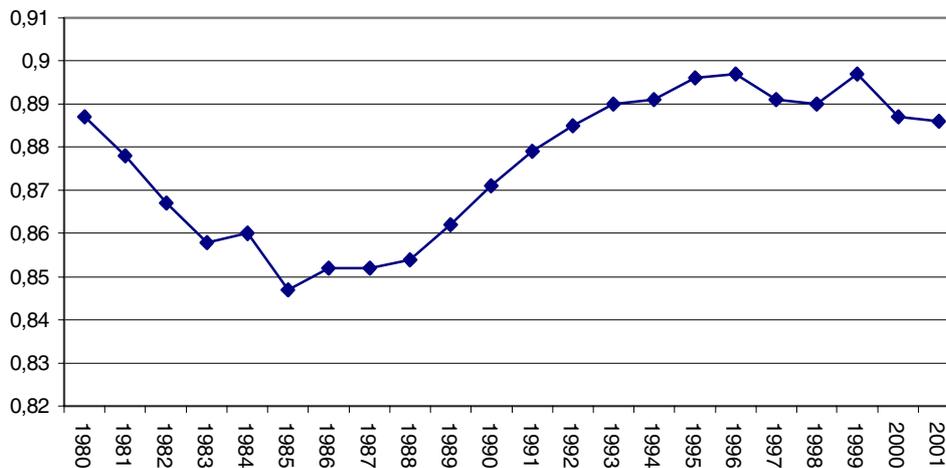
Gráfico 1. Evolución del cambio en la PTF y de sus componentes en la UE-15 (1980=100).



El empleo de técnicas de frontera para analizar el crecimiento de la PTF permite disponer de información sobre la evolución que ha experimentado la eficiencia técnica en la UE-15 (Gráfico 2). La explotación de los datos muestra dos etapas en la trayectoria de esta variable, siendo el año 1985 el momento en el que se produce un cambio de tendencia en la evolución de la eficiencia en la UE-15. Los primeros años de los ochenta se caracterizan por un comportamiento desfavorable de esta variable, para dar comienzo, desde mediados de los ochenta, a una etapa caracterizada por las mejoras de eficiencia en el conjunto de la economía europea, respaldada por la intensificación del proceso de integración económica. Esta favorable trayectoria empieza a mostrar síntomas de agotamiento a finales de los noventa.

La constatación de que a medida que se han producido avances en el proyecto europeo ha mejorado la eficiencia técnica de la UE-15, suscita el interés por comprobar si este proceso ha favorecido la asimilación de la tecnología ya existente y procedente de los países más próximos a la frontera (efecto *catching-up*) y, por tanto, la convergencia en eficiencia. En este análisis se ha tratado de comprobar si se han reducido las desigualdades entre los países europeos y si los instrumentos de política económica de inversión en capital público y en educación han contribuido, de este modo, a estimular el crecimiento de la PTF en la UE-15. Una primera aproximación consiste en analizar la sigma-convergencia a partir de la desviación típica del logaritmo del indicador de eficiencia, que permite extraer información sobre la dispersión existente. En el Gráfico 3 se comprueba como en los años estudiados se han producido cambios de tendencia en su evolución. A mediados de los ochenta, tras unos años en los que las desigualdades en eficiencia aumentan, se inicia una etapa caracterizada por la incorporación de nuevos miembros a la UE y la consecución de mejoras de eficiencia, de manera que se logra reducir las diferencias entre los países europeos. A partir del año 1997 se produce un aumento de la eficiencia de los países más próximos a la frontera lo que vuelve a acentuar las desigualdades a finales de esta década.

Gráfico 2. Evolución de la eficiencia productiva en la UE-15



A continuación se presenta el análisis de la convergencia beta que muestra si los países europeos que parten de menores niveles de eficiencia experimentan mayores ganancias. Para ello se estima la ecuación (6) considerando tasas de crecimiento bianuales ($T=1$). En ella se analiza la relación entre el crecimiento de la eficiencia

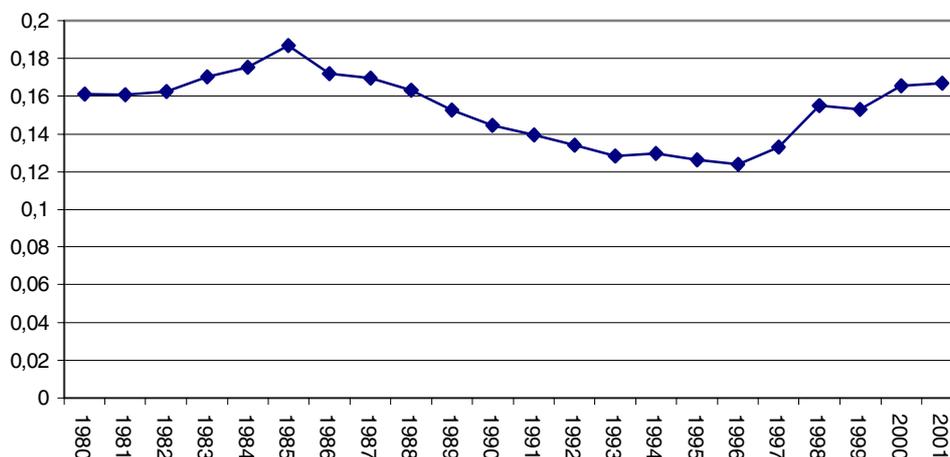
entre t y $t-T$ correspondiente al i -ésimo país, $\ln\left(\frac{e_{it}}{e_{it-T}}\right)$, y el nivel inicial de la misma,

$\ln(e_{it-T})$. También se han introducido como regresores adicionales en la ecuación de convergencia (6) el capital público (*C.público*) y el capital humano (*Educación*), con el objetivo de analizar su contribución a este proceso.

$$\frac{\ln(e_{it}/e_{it-T})}{T} = a_i - b \ln(e_{it-T}) + \psi_1 \ln(C.Público_{it}) + \psi_2 \ln(Educación_{it}) + u_{i,t-T} \quad (6)$$

donde $b = (1 - e^{-\lambda})/T$, y λ representa la velocidad de convergencia.

Gráfico 3. Evolución de la convergencia sigma en eficiencia técnica en la UE-15



Para realizar la estimación de la ecuación (6) planteada se ha seguido el esquema del trabajo de Arellano y Bond (1991), empleando el “estimador de variables instrumentales óptimo en dos etapas” o “estimador generalizado de momentos en dos etapas¹⁰”. Al tratarse de un panel para los quince países europeos, se ha comprobado si es necesario controlar los efectos específicos de cada economía aplicando el contraste F de efectos individuales. El resultado obtenido permite rechazar la hipótesis nula de igualdad en los efectos individuales, por lo que se ha optado por estimar la ecuación mediante un panel de datos. El test de Hausman (1978) corrobora la existencia de correlación entre los efectos individuales y los regresores, y por ello se aplica la estimación de variables instrumentales sobre el modelo transformado en

10. Las estimaciones se han realizado con la herramienta de programación existente en DEAP 2.1. (Véase Coelli, 1996).

11. Se ha empleado el paquete D.P.D., programado por Arellano y Bond (1998), para llevar a cabo las estimaciones.

desviaciones ortogonales. A través del contraste de Wald se observa la significatividad conjunta del modelo. Además, los residuos no presentan problemas de autocorrelación y se ha empleado la matriz de covarianzas propuesta por White (1980), que permite realizar inferencias robustas incluso en presencia de heteroscedasticidad¹¹.

Los resultados obtenidos en el análisis de la convergencia condicionada se presentan en el Cuadro 2. El signo negativo y significativamente distinto de cero de la pendiente de la ecuación planteada indica un acercamiento de los países menos eficientes hacia los más eficientes, con una velocidad de convergencia del 8.1%. Se confirma la existencia de un proceso de *catching-up tecnológico*, por el que los países que partían de unos índices de eficiencia más bajos se han beneficiado de la difusión de tecnología ya existente y la mejora en la gestión de los recursos de los países más próximos a la frontera eficiente. No obstante, en la estimación realizada se ha comprobado que los efectos fijos regionales son significativamente distintos de cero, por lo que no se puede aceptar que los países europeos converjan hacia los mismos niveles de eficiencia. Existen, por tanto, aspectos propios de cada país que determinan su evolución y que deben ser tenidos en cuenta, como son los factores institucionales que habitualmente son ignorados en los trabajos realizados y que pueden llegar a explicar, en gran medida, las diferencias en el comportamiento de las economías europeas (Rodrik, 1997).

Cuadro 2: Determinantes de la Convergencia. Variable Dependiente $\ln(e_{it}/e_{it-1})$

<i>Modelo de Datos de Panel con Efectos Fijos</i>	
$\ln(e_{it-1})$	-0.081(-1.97)**
$\ln(C. \text{ público}_{it})$	-0.021(-1.47)*
$\ln(\text{Educación}_{it})$	0.0043(2.16)**
Test F Efectos Individuales	F(14,297)=2.39
Test Hausman	$\chi^2(3) = 6.37$
Test Wald Significatividad	7.92 (G.L.=3)
Autocorrelación primer y Segundo orden	4.401 3.155

G.L. = grados de libertad. T-estadístico entre paréntesis.

* Parámetro significativo al 90%.

** Parámetro significativo al 95%.

11. La estimación por datos de panel disminuye los problemas de multicolinealidad y aumenta la eficiencia de las estimaciones (Hsiao, 1986). Además, la aplicación de variables instrumentales sobre el modelo transformado en desviaciones ortogonales permite, en gran medida, corregir el problema de la posible no estacionariedad de la serie, ya que supone tomar desviaciones respecto a la suma ponderada de los datos futuros. Este procedimiento es equivalente a la forma habitual de corregir este problema y que consiste en tomar primeras diferencias. Los problemas asociados a este tipo de estudios empíricos se discuten en Kelly (1992) y Leung y Quah (1996), entre otros.

En este análisis de convergencia se han incluido las dotaciones de capital público y de capital en educación con el objetivo de contrastar la efectividad de estos instrumentos de desarrollo regional. Los resultados obtenidos, confirman que estos dos capitales constituyen factores condicionantes de la convergencia en eficiencia aunque con un impacto desigual. En primer lugar, se ha comprobado el efecto negativo del capital público sobre la tasa de crecimiento de la eficiencia. Este tipo de resultado plantea la posibilidad de que la asignación de estas dotaciones en gran parte de los países europeos se haya realizado fundamentalmente con criterios redistributivos, lo que podría justificar el efecto nulo o negativo sobre el crecimiento que se obtiene en distintos trabajos. Por el contrario, con respecto al capital humano, los resultados muestran una contribución positiva de estas dotaciones sobre la convergencia en eficiencia, de manera que el esfuerzo inversor que han realizado los países europeos en estos equipamientos han facilitado la asimilación de tecnología procedente de los países europeos más próximos a la frontera.

Por último, se han estimado los efectos del incremento del capital público y capital humano sobre el crecimiento de la PTF, y de cada uno de sus componentes de manera separada, a través de un modelo de datos de panel. De este modo se pretende determinar si las políticas públicas emprendidas con objeto de equiparar las dotaciones de capital público y humano ha favorecido el crecimiento de la PTF y diferenciar los canales de influencia de estas inversiones. En el cuadro 3 se presentan las estimaciones obtenidas para el conjunto de los países de la UE 15. Los resultados muestran que el crecimiento del capital humano presenta un efecto positivo y significativo sobre las ganancias de eficiencia y el cambio técnico. Por tanto, es posible destacar el importante papel que el capital humano desempeña al fomentar la innovación. Además, ha facilitado la adaptación de las técnicas desarrolladas por otras economías más avanzadas, favoreciendo de este modo los procesos de difusión tecnológica. En cuanto al impacto del aumento del capital humano sobre el crecimiento de la PTF, hay que señalar, que aunque positivo no es significativo, lo que pone de manifiesto las dificultades para obtener evidencia sobre el impacto de estas dotaciones.

Cuadro 3. Efectos del capital público y humano sobre el crecimiento de la PTF

	<i>Crecimiento PTF</i>	<i>Crecimiento en Eficiencia</i>	<i>Cambio Técnico</i>
Crecimiento C. Público	-0.42(-1.901)**	0.069(0.23)	-0.42(-1.76)**
Crecimiento Educación	0.021(0.99)	0.014(1.98)**	0.0067(1.34)*
Test Hausman	$\chi^2(2)=7.28$	$\chi^2(2)=4.45$	$\chi^2(2)=1.34$

- *T*-estadístico entre paréntesis. *parámetro significativo al 90%.** parámetro significativo al 95%.

- El test de Hausman contrasta la validez del modelo de efectos fijos frente al de efectos aleatorios.

En relación con las dotaciones de capital público, se observa que su crecimiento incide de manera negativa sobre el cambio técnico y el crecimiento de la productivi-

dad total de los factores. Estos resultados indican que las inversiones en este capital han limitado los desplazamientos de la frontera de producción y, de este modo, han tenido un efecto desfavorable sobre el crecimiento de la productividad. Además, este tipo de resultados plantean dudas sobre la conveniencia del mantenimiento de los criterios redistributivos con que se han asignado estas inversiones y que han limitado el crecimiento del agregado de la economía europea. En cuanto a su impacto sobre la eficiencia, este es positivo pero no significativo, aunque anteriormente se comprobó que condicionaron de manera negativa el proceso de convergencia de esta variable. De manera que no es posible afirmar que hayan favorecido el proceso de difusión de tecnología en estos países.

4. CONCLUSIONES

La inversión en capital público y humano constituye uno de los instrumentos fundamentales en las políticas de desarrollo emprendidas en los países europeos. Los recursos destinados a incrementar estos capitales han tratado de promover el crecimiento económico y corregir el déficit existente en estas dotaciones. En este trabajo se ha tratado de evaluar la influencia de estas inversiones sobre el crecimiento de la PTF, centrando el interés en el estudio de los efectos indirectos que estas dotaciones generan sobre el cambio técnico y las ganancias de eficiencia. El punto de partida de esta investigación ha sido la estimación del crecimiento de la productividad total de los factores de los países europeos entre 1980 y 2001. Con esta finalidad se han construido índices de productividad de Malmquist, calculados mediante técnicas no paramétricas de programación lineal. Esta estimación ha permitido ofrecer una amplia información sobre el comportamiento de cada una de las economías europeas. Los resultados obtenidos señalan al cambio técnico como la principal fuente de crecimiento de la productividad total de los factores de estos países y ponen de relieve la dificultad de estas economías para lograr ganancias de eficiencia.

Para evaluar la capacidad del capital público y humano de influir sobre la actividad económica, en esta investigación se han realizado dos tipos de análisis. En primer lugar, se ha contrastado el papel de estas dotaciones en el proceso de convergencia en eficiencia (efecto de *catching-up tecnológico*) entre los países europeos. La evidencia obtenida confirma la existencia de convergencia condicionada, por lo que existen aspectos propios de cada país que determinan los diferentes niveles de eficiencia alcanzados. Además el capital público y humano constituyen factores condicionantes de la convergencia, aunque de manera desigual. El capital humano ha favorecido la asimilación de tecnología de los países más alejados de la frontera, mientras que el capital público ha dificultado este proceso. Estos resultados muestran que las políticas de redistribución de la inversión pública puede tener costes en términos de eficiencia productiva para el total de la economía. Para valorar de manera

adecuada este tipo de políticas, este análisis debería completarse con estudios regionales que examinen la contribución del capital público a la reducción de las desigualdades regionales en renta en cada país. Por otra parte, los resultados obtenidos también subrayan la necesidad de mantener las inversiones en capital humano para favorecer las mejoras de eficiencia.

Por último, en esta investigación también se ha puesto de relieve las diferencias en el impacto del capital público y capital humano sobre la PTF y sus componentes. La inversión en educación ha favorecido las ganancias de eficiencia y el cambio técnico en la UE. Por el contrario, la inversión en capital público muestra un efecto negativo sobre los componentes de la PTF, lo que vuelve a poner de relieve el posible coste para el agregado nacional de las políticas redistributivas en inversión pública. Este resultado está en línea con los obtenidos en otros trabajos y sugieren que para estimular el crecimiento económico es necesario conseguir que la asignación de la inversión pública se realice con criterios de eficiencia si se quiere alcanzar un mayor ritmo de crecimiento en la UE-15. Estas consideraciones, sin embargo, no ponen en duda la contribución positiva del capital público a la producción privada y por tanto, a su efectividad como instrumento de política económica.

Agradecimientos

Las autoras agradecen la ayuda financiera del Instituto de Estudios Fiscales para elaborar las series de capital privado, capital público y capital en educación de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOVITZ, M. (1994) Catch-up and convergence in the postwar growth boom and after, en *Convergence and Productivity, Cross-national studies and Historical evidence*.
- ÁLVAREZ, A. (Coord.) (2001) *La Medición de la Eficiencia y la Productividad*. Ediciones Pirámide, Madrid.
- ÁLVAREZ, I. y DELGADO, M.J. (2003) Eficiencia Técnica y Convergencia en los Sectores Productivos Regionales, *Investigaciones Regionales*, 3, Otoño, pp. 115-126.
- ÁLVAREZ, I. y DELGADO, M.J. (2002) Estimación del Capital Público, Capital Privado y Capital Humano para la UE-15, Documento de Trabajo del Instituto de Estudios Fiscales 12/02, Madrid. [www.minhac.es/ief/publicaciones/Documentos/DOC nº12/02](http://www.minhac.es/ief/publicaciones/Documentos/DOC_nº12/02)
- ARELLANO, M. y BOND, S. (1991) Some Tests of Specification for Panel Data: A Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations, *Review of Economic Studies*, 58, pp. 277-297.
- ARELLANO, M. y BOND, S. (1998) Dynamic Panel Data Estimation Using D.PD.98 for Gauss, www.cemfi.es/~arellano/.

- COELLI, T.J. (1996) A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, CEPA Working Paper 96/08, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Armidale.
- DE LA FUENTE, A. y X. VIVES (1995) Infrastructure and Education as Instruments of Regional Policy: Evidence from Spain, *Economic Policy*, 20, pp.11-54.
- FÄRE, R., S. GROSSKOPF, M. NORRIS y Z. ZHANG (1994) Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialised Countries, *American Economic Review*, 84, .66-83.
- FARRELL, M.J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. 120(3), pp. 253-290.
- KELLY, M. (1992) On endogenous growth with productivity shocks, *Economic Journal of Monetary Economics* 30(1), 47-56.
- HAUSMAN, J. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46, pp 1251-1271.
- HSIAO, C. (1986) Analysis of Panel Data, *Econometric Society Monographs*.
- LE, T., GIBSON J. y OXLEY L. (2003) Cost- and income-based measures of human capital, *Journal of Economic Surveys*, 17 (3), pp. 271-307.
- LEUNG, C. y D.T. QUAH (1996) Convergence, Endogenous Growth, and Productivity disturbances, Economics Departments, Chinese University of Hong Kong and LSE Centre for Economic Performance Discussion Paper N° 290, April.
- MAUDOS, J., J.M. PASTOR y SERRANO L. (2003) Human Capital in OECD Countries: Technical change, efficiency and productivity, *International Review of Applied Economics*, 17(4), pp.420-435.
- MAUDOS, J., J.M. PASTOR y L. SERRANO (1998) Convergencia en las regiones españolas: cambio técnico, eficiencia y productividad, *Revista Española de Economía*, 15(2), pp. 235-264.
- OCDE (1992) Public Educational Expenditure, Costs and Financing: An Analysis of Trends (1970-1988). París.
- OCDE (1993) Methods used by OECD countries to measure stocks of fixed capital, *National Accounts: Sources and Methods*, n°2, Statistics Directorate. París.
- OCDE (Varios Años) Education at a Glance. París.
- OCDE (1981) Educational Statistics in OECD Countries. París.
- OECD (1996) Main Economic Indicators. Sources and Definitions, Statistics Directorate, París.
- PEDRAJA, F., SALINAS M.M., y J. SALINAS (2002) Efectos del capital público y del capital humano sobre la productividad de las regiones españolas, *Papeles de Economía Aplicada*, 93, pp.135-147.
- RODRICK, D. (1997) TFPG Controversies, institutions and Economic Performance in East Asia, NBER Working Paper 5914.

- SALA-I-MARTIN, X. (1996) Regional Cohesion Evidence and Theories of Regional Growth and Convergence, *European Economic Review*, 40, pp. 1325-1352.
- SEIFORD, L.M. y R.M. THRALL (1990) Recent Developments in DEA: The Mathematical Approach to Frontier Analysis, *Journal of Econometrics*, 46, pp. 7-38.
- SCHULTZ, T.W. (1961) Investment in human capital, *American Economic Review*, 51 (5), pp. 1035-1039.
- WHITE, H. (1980) A Heteroskedastic-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedastic, *Econometrica*, 48, pp. 817-838.
- WÖBMANN, L. (2003) Specifying human capital, *Journal of Economic Surveys*, 17(3), pp.239-270.