

Fronteras de producción eficiente y convergencia regional: réplica

Joaquín Maudos^{1,2}

José Manuel Pastor¹

Lorenzo Serrano¹

1. Universitat de València. Departamento de Análisis Económico.

2. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE).

La opinión de De la Fuente acerca de qué metodología es la más apropiada para analizar los determinantes del crecimiento es, por supuesto, respetable pero, como él mismo afirma, discutible, tal y como muestra el hecho de que la aproximación frontera haya sido utilizada en muchos otros trabajos. Con una técnica frontera se contempla la posibilidad de que la producción sea inferior a la máxima posible con las cantidades de inputs utilizadas. Si esto es así, con los mismos inputs pero utilizados de forma más eficiente podría lograrse una mayor producción. La medida de eficiencia representaría la distancia de cada economía a la frontera de producción, esto es, en cuanto podría haber aumentado la producción con los factores productivos utilizados. Se trata pues de supuestos perfectamente razonables, no sólo en el caso de empresas de un sector, sino también en el caso de economías regionales e incluso nacionales. Consideramos que esta línea de argumentación es tan razonable como la habitual estimación de funciones de producción «media» con coeficientes fijos y comunes para distintas economías.

En el fondo, como afirma De la Fuente, la cuestión fundamental es la idoneidad de la técnica frontera utilizada, idoneidad que cuestiona en mayor medida cuando se trabaja con datos agregados regionales o nacionales. Esta técnica ha sido ampliamente utilizada en otros trabajos tanto a nivel de sector como utilizando datos regionales y/o nacionales e incluso para analizar cuestiones de convergencia a nivel internacional (Taskin y Zaim, 1997; Maudos y otros, 1999). Así, el hecho de no haber sido los primeros en utilizar técnicas frontera con datos agregados nos permite calificarnos como seguidores (nos acercamos a la frontera) más que de innovadores.

Dicho esto, los comentarios que aparecen a continuación están estructurados siguiendo los comentarios de De la Fuente al trabajo de Maudos, Pastor y Serrano (en adelante MPS) que aparece publicado en este mismo número de la *Revista Española de Economía*. Al igual que De la Fuente, confiamos que este intercambio de opiniones que se plasman en su comentario y en nuestra réplica ayuden al lector a apreciar que, en economía, casi todo es discutible. Por nuestra parte, consideramos que el comentario de De la Fuente y esta réplica constituyen una buena muestra del fructífero intercambio de ideas en que ha consistido el proceso de evaluación.

1. ¿Eficiencia técnica o ineficiencia-X?

De la Fuente propone un atractivo ejemplo visual que pretende ilustrar los sesgos en que se podría incurrir en caso de utilizar la aproximación frontera. En realidad se trata de un ejemplo de los sesgos en que se incurre al estimar funciones de producción estándar sin incluir una constante por economía (es decir, del sesgo de efectos fijos en el que se incurre con un *pool* en vez de la estimación intragrupos). Por tanto, la conclusión sería: si estimamos funciones de producción hagámoslo con efectos fijos. Para que el ejemplo sirviese para desechar la utilización de fronteras deberíamos aceptar no sólo que la auténtica representación de la tecnología viene dada por esas dos funciones con idéntica pendiente y distintas constantes sino, más importante, que ambas economías se sitúan en la frontera. Si, por el contrario, la aplicación de métodos frontera hace que consideremos a la economía 1 como eficiente y a la 2 como ineficiente —con una ineficiencia como la medida por la distancia entre q_2 y $f_1(k_2)$ — el ejemplo podría utilizarse para ilustrar las ventajas del enfoque frontera.

Uno de los problemas consiste en que las diferencias de «espíritu» entre las aproximaciones no son tan radicales como puede parecer a simple vista. En este sentido De la Fuente señala que la alternativa más común en la literatura consiste en estimar funciones de producción permitiendo diferencias de nivel entre ellas que se interpretan como indicadores del nivel de desarrollo tecnológico de cada economía. Si nos olvidamos por un momento de este mundo de economías «autárquicas» y tecnologías no reproducibles entre regiones (un supuesto que en sí mismo no resulta nada atractivo si se piensa con cuidado), nada nos impediría reinterpretar esas constantes como indicadores de los niveles relativos de ineficiencia¹ que nos informan de hasta qué punto las diferentes economías podrían aumentar su producción sin aumentar las cantidades de factores productivos. Sin embargo, y desde esta perspectiva, ¿por qué no utilizar directamente las técnicas fronteras especialmente diseñadas para este contexto?

Para De la Fuente la respuesta está en la muestra. Con datos a nivel de establecimiento dentro de un sector relativamente homogéneo estimar fronteras sería lo más indicado. Con datos regionales o de países no lo sería. En realidad lo que sucede es que estimar con datos de un sector relativamente homogéneo con una tecnología bien establecida es siempre preferible. Cuando esto no es así, tal y como sucede conforme más agregados son los datos, existen problemas con

1. No hay que olvidar que el modelo de efectos fijos, así como el modelo de efectos aleatorios, pueden considerarse como dos aproximaciones frontera al análisis de la eficiencia (véase Schmidt y Sickles, 1984), aproximaciones que presentan como principal atractivo que no necesitan supuestos distribucionales acerca del término de ineficiencia si bien presentan como principal restricción que la eficiencia es constante en el tiempo, supuesto sumamente restrictivo para un período tan largo como el analizado (1964-1991). Sin embargo, como muestra Simar (1992), el modelo de efectos fijos es un modelo frontera determinista que ofrece, de acuerdo con la evidencia empírica disponible, estimaciones de la eficiencia difíciles de creer ya que tiende a confundir las diferencias de escala (tamaño) con diferencias de eficiencia. En conclusión, lo que De la Fuente interpreta como diferencias tecnológicas, en la literatura de funciones frontera se interpreta como diferencias de eficiencia.

cualquier técnica. Así, suponer una determinada función de producción para el agregado (p. ej. Cobb-Douglas) oculta el hecho de que las funciones de producción sectoriales son distintas. Por ejemplo, aun manteniendo el supuesto de que la tecnología sea Cobb-Douglas en todos los sectores, los parámetros van a diferir significativamente.²

En cuanto a la discusión de nuestros resultados realizada por De la Fuente hay que decir que estos indican, no que un trabajador extremeño sea capaz de producir sólo un 60% del output que obtendría un madrileño con la misma dotación de capital, sino que la economía extremeña podría producir al menos un 60% más de lo que produce sin necesidad de utilizar más capital o más trabajo. En ningún momento nos hemos inclinado a atribuir esa diferencia a que los trabajadores y empresarios extremeños sean «más torpes» lo cual no sería evidentemente, en especial para los extremeños, una explicación atractiva de la productividad. De hecho, el análisis señala a factores sobre los que las empresas tienen escaso control (como las dotaciones de infraestructuras o los niveles educativos) y a la asignación de los recursos utilizados (aproximada por la composición sectorial) como variables explicativas de buena parte de las diferencias.

2. Las «ventajas» de una frontera no estocástica

De la Fuente señala en su comentario que «el supuesto de que la perturbación es siempre cero es ciertamente una hipótesis distribucional». Sin embargo, la diferencia que existe entre un método determinista y un método estocástico es que en el primero la discrepancia entre el nivel observado de la variable analizada y el valor situado en la frontera se debe exclusivamente a la ineficiencia, mientras que en el enfoque estocástico se debe tanto a un comportamiento ineficiente como a causas distintas al mismo. En la aproximación estocástica, y con objeto de separar la ineficiencia de las perturbaciones aleatorias, es necesario especificar supuestos distribucionales —distribuciones asimétricas— *para el término de ineficiencia*. En otras palabras, una cuestión es si existe o no un término de perturbación aleatoria (aproximación determinista vs. estocástica), y otra cuestión bien distinta es elegir una determinada distribución de probabilidad para el término de ineficiencia si se opta por una aproximación estocástica. Con una aproximación determinista no se establece supuesto distribucional alguno sobre la ineficiencia.

Discrepamos en la afirmación de De la Fuente de que «dudo que en el caso que nos ocupa esta consideración (hace referencia a la flexibilidad del enfoque no paramétrico) sea crucial». Precisamente el propio De la Fuente está de acuerdo en que una de las ventajas de la técnica no paramétrica es su mayor flexibilidad al no suponer una forma funcional específica y, por tanto, más relevante cuanto menos conozcamos la forma funcional a estimar. La razón por la que la flexibilidad del enfoque, «en este caso que nos ocupa» no es importante se nos escapa.

2. Una ilustración de estas cuestiones para el caso de las regiones españolas puede verse en Serrano (1999).

3. ¿Una frontera razonable?

En el punto 3 de su comentario, De la Fuente pone en duda el que la «frontera» utilizada en este trabajo sea razonable. Para ilustrar su argumento se basa en un modelo intensivo, que sólo en condiciones muy particulares es equivalente al utilizado en MPS. Por esta razón, y ante la imposibilidad material de representar bidimensionalmente un problema tridimensional, la figura 2 de De la Fuente no representa adecuadamente el modelo utilizado en MPS.

Esta representación del problema en forma intensiva únicamente sería válida si el objetivo económico a evaluar fuera maximizar el output por ocupado dado el nivel de capital por ocupado, pero no cuando el objetivo es maximizar el output dadas las cantidades de capital y trabajo. Dichos objetivos económicos son muy diferentes, tanto desde un punto de vista teórico como práctico. Así, como bien afirma De la Fuente, en el primer caso, la eficiencia de cada región se mediría comparándola con la región con q/k máximo, es decir con Y/K máximo.³

Para ilustrar que la medida utilizada en este trabajo (propuesta por Farrell, 1957), no es en modo alguno equivalente a la propuesta por De la Fuente, la figura 1 representa una situación como la analizada en MPS (2 inputs y 1 output) y en el caso de medidas ahorradoras de inputs. Las regiones B, C, D y E son eficientes en sentido de Farrell pues no hay ninguna región que produzca más output con menos inputs. La región A es ineficiente, pues las regiones situadas en la frontera producen lo mismo con menos inputs.⁴

La medida de eficiencia de Farrell utilizada en MPS se define como la máxima reducción equiproporcional en todos los inputs tal que la empresa pueda todavía producir lo mismo. En el caso de la empresa A, la reducción radial nos llevaría a A^* , y el ratio entre K_{A^*}/K_A o equivalentemente L_{A^*}/L_A sería el indicador de eficiencia. Sin embargo, la medida propuesta por De la Fuente «supuestamente equivalente» a la utilizada en este trabajo se obtendría comparando a todas las regiones con la región E, la que tiene el máximo Y/K y la única que sería considerada eficiente mediante este indicador. El indicador sería K_E/K_A .

De la Fuente persiste en su exposición pretendiendo ilustrar el problema de las regiones españolas de forma intensiva basándose en esta supuesta equivalencia. Para ello presenta la figura 2 con dos fronteras, la primera $f^c(k)$, presenta rendimientos constantes, aunque cabría preguntarse por el sentido de una frontera que presenta rendimientos constantes sobre el capital por ocupado (k) y, por tanto, crecientes en el conjunto de inputs (K y L). La segunda $f^d(k)$, presentada como rendimientos decrecientes, corresponde al caso de rendimientos variables ya que se obtiene como resultado de un problema de optimización donde se impone una restricción que permite rendimientos variables (y no no-crecientes como señala en su comentario De la Fuente) sin excluir los crecientes. Puede comprobarse que el primer tramo de esa supuesta frontera $f^d(k)$ de rendimientos decrecientes pre-

3. Esto es así pues $q/k = (Y/L)/(K/L) = Y/K$.

4. Färe y Lovell (1978) demuestran que bajo rendimientos constantes a escala las medidas de eficiencia incrementadoras de output son equivalentes a las ahorradoras de inputs.

senta rendimientos crecientes. En cualquier caso, hay que insistir en que estas formulaciones intensivas no han sido las utilizadas en MPS ni equivalentes a ellas «ni siquiera conceptualmente».

La figura 2 ilustra una situación de un solo input (X) y un solo output (Y), aunque en MPS se contemplan 2 inputs. En la figura se representa cómo es una fron-

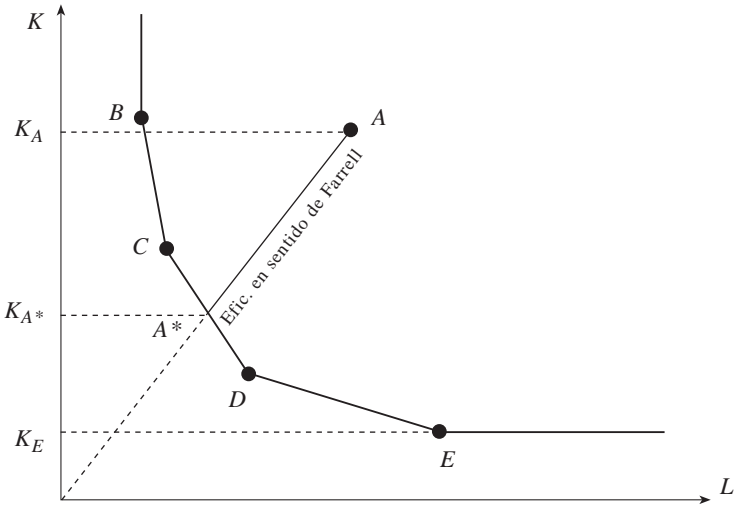


Figura 1. Medida de eficiencia de Farrell.

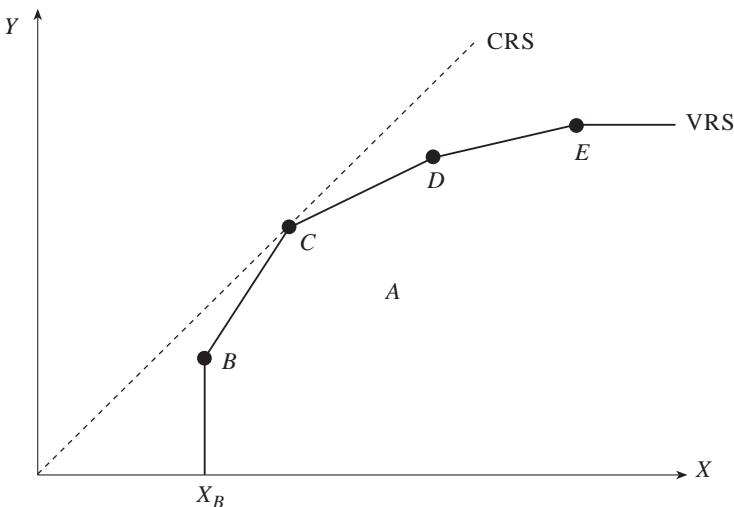


Figura 2. Rendimientos constantes y variables.

tera bajo rendimientos constantes (CRS) y cómo es bajo rendimientos variables (VRS). La frontera bajo rendimientos variables (XBBCDE), que acoge un tramo de rendimientos crecientes (XBBC) y otro de decrecientes (CDE), pero ninguno de rendimientos negativos como en el ejemplo de De la Fuente.

Por último, en el comentario de De la Fuente se vislumbra la existencia de confusión entre tecnología verdadera y tecnología *benchmark* o muestral. Como a nosotros, a De la Fuente parece disgustarle una tecnología verdadera lineal por trozos y sobre todo «construir una frontera completa a partir de un solo punto». En este sentido el procedimiento utilizado hace que la frontera la dicten los datos, y si hay pocas regiones eficientes, son éstas necesariamente los puntos de referencia. Suponemos que esto no se corresponde con la tecnología existente en la realidad, pues no la conocemos, pero tampoco sabemos si una tecnología Cobb-Douglas se aproxima mejor o peor. El problema reside en que resulta imposible conocer esta tecnología verdadera y lo que se hace es aproximarla a través de una tecnología *benchmark*, ya sea lineal por trozos o no. Es por ello que los expertos en la materia tienen mucho cuidado en diferenciar entre tecnología (inobservable) y *benchmark* o frontera muestral utilizada para aproximar esta tecnología subyacente.

El enfoque utilizado en MPS es idéntico al utilizado en muchos trabajos.⁵ Éste se basa en estimar la eficiencia bajo VRS y calcular los cambios de productividad bajo CRS. En palabras de Färe y otros (1997) estos dos *benchmark* ofrecerían unos límites por encima (CRS) y por debajo (VRS) de la tecnología subyacente verdadera y desconocida. Más aún, al igual que en Färe y otros (1997), no pensamos que una frontera *benchmark* con un solo punto sea un problema para la estimación del cambio técnico y de la productividad, pues interpretamos éste como el cambio en el máximo producto entre el período t y $t+1$ y este máximo producto es precisamente el que está recogido por la frontera *benchmark* bajo CRS, que es precisamente el de Madrid. Además, como afirman Färe y otros (1997), esto es consistente con la noción de cambio técnico de Solow (1957).

El procedimiento utilizado hace que la frontera muestral, como aproximación a la frontera verdadera, la dicten los datos, lo cual nos parece muy razonable. Si hay pocas regiones relativamente eficientes, lo cual nos parece también razonable, han de ser éstas las que necesariamente sirvan de referencia. En definitiva, nos parece al menos tan razonable analizar el crecimiento de la PTF y sus componentes con un método frontera cuyo objetivo es precisamente ese, que hacerlo con otros procedimientos donde la PTF se obtiene de modo residual como subproducto. Aunque esta opinión también es discutible.

5. Véase, por ejemplo, Berg y otros (1992), Färe y otros (1994), Grifell y Lovell (1996 y 1997), Leightner y Lovell (1998), Pastor (1995), Pastor y otros (1997), etc.

Referencias bibliográficas

- BERG, S.; FØRSUND, F.R.; JANSEN, E.S. (1992). «Malmquist Indices of Productivity Growth During The Deregulation of Norwegian Banking 1980-89». *Scandinavian Journal of Economics*, 94, 211-228.
- FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; MORRIS, M. (1997). «Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries: Reply». *American Economic Review*, 87 (5), 1040-1043.
- FÄRE, R.; GROSSKOPF, S., MORRIS, M.; ZHANG, Z. (1994). «Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency in Industrialized Countries». *American Economic Review*, 84 (1), 66-82.
- FÄRE, R.; LOVELL, C.A.K. (1978). «Measuring the Technical Efficiency of Production». *Journal of Economic Theory*, 19, 150-162.
- FARRELL, M. (1957). «The Measurement of Productive Efficiency». *Journal of the Royal Statistical Society*, series A, 120(3), 253-281.
- GRIFELL-TATJÉ, E.; LOVELL, C.A.K. (1996). «Deregulation and Productivity Decline: the Case of Spanish Saving Banks». *European Economic Review* (junio), p. 1281-1303.
- (1997). «The Sources of Productivity Change in Spanish Banking». *European Journal of Operational Research*, 98, 365-381.
- LEIGHTNER, J. E.; LOVELL, C.A.K. (1998). «The Impact of Financial Liberalization on the Performance of Thai Banks». *Journal of Economics and Business*, 50(2), 115-131.
- MAUDOS, J.; PASTOR, J.M.; SERRANO, L. (1998). «Convergencia en las regiones españolas: Cambio técnico, eficiencia y productividad». *Revista Española de Economía*, 15 (2).
- (1999). «Convergence in OECD Countries: Technical Change, Efficiency and Productivity». *Applied Economics*, en prensa.
- PASTOR, J.M. (1995). «Eficiencia, cambio productivo y cambio técnico en los bancos y cajas de ahorro españolas: un análisis frontera no paramétrico». *Revista Española de Economía*, 12(1), 35-73.
- PASTOR, J.M.; PÉREZ, F.; QUESADA, J. (1997). «Efficiency Analysis in Banking Firms: An International Comparison». *European Journal of Operational Research* 98(2), 395-407.
- SCHMIDT, P.; SICKLES, R.C. (1984). «Production Frontiers and Panel Data». *Journal of Business and Economic Statistics*, 2, 367-374.
- SERRANO, L. (1999). «Capital humano, estructura sectorial y crecimiento en las regiones españolas». *Investigaciones Económicas*, vol. XXIII (2), mayo, en prensa.
- SIMAR, L. (1992). «Estimating Efficiencies from Frontier Models with Panel Data: a Comparison of Parametric, Non-parametric and Semi-parametric Methods with Bootstrapping». *Journal of Productivity Analysis*, 3, 171-203.
- SOLOW, R. (1957). «Technical Change and the Aggregate Production Function». *Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- TASKIN, F.; ZAIM, O. (1977). «Catching-up and Innovation in high- and low-income countries». *Economics Letters*, 54, 93-100.