



Diego Rodríguez de Silva y Velásquez. El Papa Inocencio X, 1650

Diego, ¡vé! ...las que sacan muelas a *Inocencio...*, 2002

# Efectos del grado de apertura económica en las productividades industriales de los departamentos colombianos, 1967-1998

Liliana Franco  
José Alfredo Vásquez

## **Efectos del grado de apertura económica en las productividades industriales de los departamentos colombianos, 1967-1998**

Liliana Franco y José Alfredo Vásquez

*Lecturas de Economía*, 59 (julio-diciembre, 2003), pp.127-148

**Resumen:** *Este trabajo tiene como propósito principal analizar fenómenos de convergencia o divergencia de la productividad laboral de la industria de los departamentos colombianos como consecuencia de su grado de apertura, en el período comprendido entre 1967 y 1998. Para ello, utiliza técnicas econométricas de datos de panel. Los resultados muestran que Colombia parece ser un caso en el cual, en general, se ha presentado un proceso de convergencia claramente condicionado al grado de apertura.*

**Palabras clave:** *convergencia y divergencia, productividad laboral, modelos de crecimiento, estructuras regionales. Clasificación JEL: O4, C4, F1.*

**Abstract:** *The main purpose of this work is to analyze convergence or divergence phenomena of labor productivity within the industries of Colombian regions as a result of the economy's degree of openness in the period 1967-1998. To comply with the above, the econometric technique of panel data is used. The results show that Colombia seems to be a case in which a clear convergence process, conditioned to the economy's degree of openness, has happened.*

**Keywords:** *convergence and divergence, labor productivity, growth models, regional structures. JEL: O4, C4, F1.*

**Résumé:** *Le but principal de ce travail est d'analyser des phénomènes de convergence ou de divergence de la productivité du travail pour l'industrie colombienne, par des régions selon le degré d'ouverture de l'économie dans la période 1967-1998. La technique économétrique du panel est employée afin de l'accomplir. Les résultats montrent que la Colombie, en général, semble être un cas dans lequel est présent un processus de convergence clairement conditionné au degré d'ouverture.*

**Mots clés:** *convergence et divergence, productivité de travail, modèles de croissance, les structures régionales. Classification JEL: O4, C4, F1.*

# Efectos del grado de apertura económica en las productividades industriales de los departamentos colombianos, 1967-1998

Liliana Franco y José Alfredo Vásquez\*

**-Introducción. -I. Marco teórico. -II. Metodología. -III. Análisis de los resultados.  
-Conclusiones. -Bibliografía.**

*Primera versión recibida en marzo de 2003; versión final aceptada en noviembre de 2003 (eds.).*

## Introducción

El actual debate sobre organización industrial regional<sup>1</sup> se concentra en las políticas de fomento de la competitividad a través del aumento de la productividad, el mejoramiento de la calidad de bienes y servicios y la promoción de la difusión tecnológica. En un contexto de economías abiertas, la transformación productiva y el potencial de crecimiento están asociados a la internacionalización y a la profundización exportadora, y a un mayor énfasis en el desarrollo como mecanismo para mejorar el posicionamiento de las empresas en el mercado internacional.

De esta forma, se puede hablar de dos fuerzas conductoras de la globalización y el crecimiento que están modelando el orden económico internacional en curso, las cuales permiten observar si las regiones están convergiendo o si, por el contrario, se acentúan cada vez más sus diferencias; estas fuerzas son: la liberali-

---

\* Liliana Yaned Franco Vásquez: Universidad Nacional, sede de Medellín. Calle 59 A No. 63-20. Facultad de Ciencias Humanas y Económicas, Escuela de Economía, bloque 46, oficina 404. Medellín, Colombia. Dirección electrónica: lfrancov@agustinianos.udea.edu.co; José Alfredo Vásquez Paniagua: Universidad Eafit. Avenida Las Vegas, carrera 49 No. 7 Sur-50. Escuela de Administración, oficina 26-511. Medellín, Colombia. Dirección electrónica: jovasque@eafit.edu.co.

Este artículo es derivado de la investigación realizada como trabajo de grado para optar al título de Magister en Economía. Universidad de Antioquia. Medellín, 2002. Asesor: Sergio Restrepo. Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de los profesores Sergio Restrepo, Jorge Lotero, Gabriel Agudelo y a los evaluadores de la Revista.

1 Véase: Amiti (1998).

zación comercial y el progreso tecnológico; las mismas hacen la actividad económica cada vez más móvil y facilitan a las empresas ofrecer sus productos a los consumidores más distantes.

El objetivo de este artículo es observar si se ha presentado o no un proceso de convergencia en las productividades laborales industriales en los departamentos colombianos como consecuencia de su grado de apertura, en el período comprendido entre 1967 y 1998, en el cual la economía colombiana transitó por diversos subperíodos correspondientes a la vigencia de diferentes modelos de desarrollo. En particular, determinar si el grado de apertura de los departamentos ha influido en dicha convergencia.

El artículo se organiza como sigue: la primera sección presenta los elementos conceptuales básicos de la teoría del crecimiento económico; en la segunda parte se hace la descripción de la metodología utilizada en el análisis; en la tercera parte se muestran y analizan los resultados obtenidos; finalmente, se exponen algunas conclusiones.

## I. Marco teórico

### ***A. Aportes teóricos al crecimiento económico***

El análisis conceptual del estudio está basado en diferentes explicaciones acerca del crecimiento, lo cual implica revisar los elementos esenciales de las distintas teorías, entre ellas: el análisis neoclásico de Solow-Swan, el modelo de optimización de Ramsey, las ideas referentes al crecimiento endógeno y los conceptos generales de las nuevas teorías del comercio y la geografía económica.

#### *1. El modelo Solow-Swan*

Se caracteriza por tener una estructura muy simple de la cual se derivan diversas explicaciones sobre el comportamiento de las economías así como las posibles fuentes de su crecimiento. La función de producción neoclásica es de la forma  $Y = A_t F(K, L)$ , la cual presenta dos condiciones básicas: rendimientos constantes de escala y decrecientes en cada uno de sus factores; además, supone que los niveles de tecnología son constantes a través del tiempo. Así, los rendimientos decrecientes hacen imposible mantener un crecimiento de todas las variables per cápita en el largo plazo, es decir, todas las variables llegan finalmente a un estado estacionario de crecimiento real, en ausencia de progreso tecnológico.<sup>2</sup>

---

2 El estado estacionario es una situación en la cual las variables crecen a una tasa constante. En el modelo neoclásico, corresponde a  $k = 0$ , donde  $k$  corresponde a una situación de estado estacionario.

Sin embargo, desde el mismo enfoque neoclásico se plantea una modificación que permite la mejora en la tecnología a través del tiempo. En otras palabras, se da al modelo una salida para contrarrestar el supuesto de rendimientos decrecientes en el capital. De esta forma, se permite a las variables per cápita tener una tasa de crecimiento positiva en el largo plazo. En efecto, el modelo inicia con una redefinición del trabajo como factor productivo, en el cual en el largo plazo el trabajo aumenta debido tanto al incremento de la población como al de la eficiencia media para producir, esta última como consecuencia de varios factores, entre ellos: acceso a la educación y corrección de errores de las personas. Esta consideración implica que la función de producción anterior toma la forma:

$$Y_t = F\left(\hat{L}_t, K_t\right) \quad (1)$$

donde  $\hat{L}_t = A_t L_t$ : trabajo en unidades de eficiencia.

Se observa como en la función se introduce un parámetro de cambio tecnológico incrementador del trabajo ( $A_t$ ) que actúa en el producto de la misma manera como si se hubiera incrementado el stock de trabajo. De esta forma se obtiene una función conocida como de tipo "Harrod neutral" en donde se señala que el crecimiento de la productividad es explicado por la variable  $A_t$ .

La necesidad de trabajar con una estructura simple, como la que se está desarrollando, en la cual el progreso tecnológico es aumentador de trabajo, es que muchos de sus resultados dan una explicación del comportamiento de diversas economías. Se sugiere, por un lado, una teoría que considere un modelo consistente con la existencia de un estado estacionario en el cual las variables per cápita crecen a una determinada tasa y se aproximan a ser constantes en el largo plazo y, por otro lado, un modelo que incluya la tasa de crecimiento poblacional.

El modelo establece que en el estado estacionario las variables per cápita en unidades de eficiencia son constantes y se podría presentar el caso en el cual una economía llegue a ser muy rica pero con un bajo consumo per cápita, presentándose así la ineficiencia dinámica.<sup>3</sup> Siguiendo a Barro y Sala-i-Martin (1995), al considerar las decisiones de ahorro y consumo endógenas se elimina la ineficiencia. Ello se puede observar en el modelo de Ramsey cuya ventaja es permitir una descripción de la economía en términos de la optimización dinámica del comportamiento de las familias individuales y las empresas.

---

3 En Barro y Sala-i-Martin (1995, p. 56) se puede observar los desarrollos matemáticos.

## 2. El Modelo de Ramsey

Este modelo tiene una estructura de equilibrio general en el cual hay un sector de hogares y un sector de empresas. Los ingresos de las familias están representados por sus salarios ( $W_t$ ) y los intereses sobre sus activos ( $r_t A_t$ ); con este ingreso compran bienes y generan ahorro, el cual es destinado a acumular activos ( $\dot{A}_t$ ):

$$\dot{A}_t = W_t L_t + r_t A_t - C_t \quad (2)$$

Al dividir por  $L_t$  se obtiene:

$$\frac{\dot{A}_t}{L_t} = W_t + r_t \frac{A_t}{L_t} - \frac{C_t}{L_t} = W_t + r a_t - c_t \quad (3)$$

luego de una serie de sustituciones se obtiene la restricción acumulada de activos para las familias:

$$\dot{a}_t = W_t + r_t a_t - c_t - n a_t \quad (4)$$

Las familias intentan maximizar la siguiente función de utilidad:

$$\text{Max } U_0 = \int_0^{\alpha} U(c_t) e^{-(\rho-n)t} dt \quad (5)$$

Luego de identificar las variables estado y control y utilizando la variable auxiliar, o precio sombra, se construye el hamiltoniano y se resuelve el problema encontrando las soluciones de equilibrio.

Ahora, las empresas desean maximizar sus beneficios que son iguales a sus ingresos menos sus costos:

$$\text{Max}_{L,K} \Pi = \int_0^{\alpha} F\left(L_t, \hat{K}_t\right) - (r + \delta)K_t - W_t L_t dt, \quad (6)$$

donde  $\delta$  es la tasa de depreciación del capital.

Reuniendo las soluciones óptimas de familias y empresas se llega al equilibrio general en el cual se elimina la ineficiencia dinámica del sistema y existe la posibilidad de la convergencia hacia el estado estacionario.

## 3. Consideraciones sobre las teorías del crecimiento endógeno

En los modelos neoclásicos, como el de Solow (1956), se plantea que la tasa de crecimiento es exógena y cambia de manera constante; de este modo, si se supone

que las preferencias son iguales y la tecnología es la misma, entonces la tasa de crecimiento la determina la inversión y, dado que los rendimientos de escala son decrecientes, se da como resultado un proceso de convergencia, el cual consiste en que las regiones más atrasadas tienden a alcanzar a las más avanzadas.

Por el contrario, la teoría de crecimiento endógeno plantea que las economías pueden tener tasas de crecimiento crecientes en el estado estacionario; aún sin el crecimiento exógeno de las variables, esto se traduce en que el capital físico no es el único determinante del crecimiento: existen otras fuentes que hacen crecer un país, las cuales son expresadas en una función de producción con rendimientos constantes o crecientes de escala.

En síntesis, la consideración de la tecnología como una variable endógena y la introducción de otros factores que generan externalidades, tales como el comercio internacional, el capital humano, la investigación y el desarrollo, el aprender haciendo (*learning by doing*), entre otros, conducen a retornos crecientes de escala, cuestión no prevista por el modelo neoclásico, y por lo cual se podrían desencadenar procesos de divergencia y no de convergencia.

Uno de los modelos de crecimiento endógeno considerado por los estudiosos del crecimiento como el más sencillo por su fácil manipulación es el modelo AK. Su función de producción posee rendimientos constantes de escala. La función de producción está dada por:

$$Y = A \cdot K \quad (7)$$

donde:

$y_t = A \cdot k_t$ ,  $k_t = \frac{K}{L}$ . A, siendo una constante positiva que representa el nivel de la tecnología.

Una característica importante en el modelo es que en el largo plazo el crecimiento per cápita puede ocurrir sin cambio tecnológico exógeno. En efecto, el crecimiento per cápita depende del comportamiento de parámetros del modelo, tales como la tasa de ahorro y la tasa de crecimiento de la población.

Desde una perspectiva neoclásica, se puede afirmar que el modelo AK presenta una falla relevante dado que la forma de su función de producción implica que los productos medios y marginales del capital son siempre constantes.<sup>4</sup>

De igual forma, la teoría del crecimiento endógeno presenta un modelo con comercio y difusión de progreso técnico, el cual tiene como objetivo observar si hay convergencia. Los resultados derivados del modelo son: de un lado, el comercio

4 Por ejemplo, países con un crecimiento bajo continuarán con este tipo de crecimiento.

propaga las innovaciones entre economías pero refuerza los efectos diferenciales sobre las productividades, manteniendo o ampliando las brechas entre los niveles de ingreso per cápita; por otro lado, la divergencia, y no la convergencia, caracteriza el funcionamiento del sistema económico, en la medida en que la economía nacional con recursos especializados o que localiza el sector no competitivo crece a mayores tasas que las economías con mayor peso en el sector manufacturero.

Finalmente, otros de los modelos que se destacan es el de Rebelo (1991), el cual relaciona la tasa de ahorro con la elasticidad de sustitución intertemporal; el de Sala-i-Martin (1995), que considera la influencia del gasto público; el de Arrow (1962), que introduce el aprendizaje; y el de Lucas (1988), que incluye en la función de producción una medida de capital humano. La mayoría de estos modelos sugieren que no hay convergencia entre dos o más economías debido a que cada país, dependiendo de sus condiciones iniciales, alcanza su propio nivel de ingreso de estado estacionario. En ese sentido, las diferencias entre las economías se mantienen o se amplían.

#### *4. Consideraciones sobre las nuevas teorías del comercio internacional y la geografía económica*

Los modelos de Solow-Swan, de Ramsey y de crecimiento endógeno se enfocan solamente en el lado de la oferta de la economía, es decir, en los factores de producción y el nivel de tecnología. En el armazón neoclásico estándar el comercio no tiene ningún papel que desempeñar más allá de acelerar la convergencia.<sup>5</sup> La tasa de crecimiento a largo plazo, en sí misma, permanece solo como una función del cambio tecnológico. Lo contrario ocurre bajo el enfoque de las nuevas teorías del comercio internacional y la geografía económica, que buscan comprender la lógica de la localización de las actividades económicas, de lo cual se deriva que hay desigualdad y no convergencia.

Las nuevas teorías del crecimiento fueron desarrolladas para explicar los altos niveles de comercio intraindustrial y la gran participación que tiene el comercio mundial entre países o regiones similares, enfocándose en la interacción entre firmas en el mercado de productos.<sup>6</sup> Por su parte, las nuevas teorías de la geografía económica se crearon para explicar la concentración y aglomeración de las industrias en un sitio o locación, combinando los costos del comercio con las economías de escala. Así, ambas teorías realizan predicciones tanto sobre las

---

5 Aceleramiento que se produce mediante los efectos de reasignación de recursos —Heckscher-Ohlin—.

6 Krugman (1979) y Ethier (1982) desarrollaron modelos en los cuales la base del comercio entre países similares se debe a las economías de escala.



características de las industrias como de los países donde éstas se desarrollan. Adicionalmente, se enmarcan en un contexto de economías que presentan rendimientos de escala, aglomeraciones y fallas en sus mercados u obstáculos institucionales que distorsionan la asignación o restringen la movilidad de los factores.

Las nuevas teorías del comercio proveen un armazón analítico bajo competencia imperfecta. Los modelos derivados de éstas han mostrado que el comercio intra e interindustrial ocurren y que la interacción de economías de escala y costos del comercio incentivan la concentración de la producción industrial en regiones con buen acceso al mercado (ventaja geográfica), las cuales serán exportadoras netas de los bienes producidos por las empresas. Ello se debe a que como tienen rendimientos crecientes de escala tenderán a concentrar su producción en pocos sitios o locaciones.<sup>7</sup> Por tanto, las empresas encontrarán atractivas para la localización las regiones con buen acceso al mercado. Así, en el equilibrio se espera ver estas regiones con salarios más altos y con producción más elevada.

Estos modelos también predicen que la disminución de las barreras comerciales podría cambiar la localización industrial ya que, de un lado, una disminución en las barreras facilita la separación entre la producción y el consumo y permite a la ventaja geográfica desempeñar un papel más importante; por otro lado, si las barreras comerciales y los costos de transporte llegan a ser muy pequeños, la incidencia de estos últimos en la localización llega a ser poco importante. Así, al pasar de altas barreras comerciales a intermedias, la actividad se concentrará en regiones con buen acceso al mercado —hacia el centro, a expensas de la periferia— y a medida que la integración avanza el proceso se reversa.

Sin embargo, si se tiene en cuenta que en parte la ventaja geográfica es endógena, se presentará un grado inherente de indeterminación en la localización de las industrias. Las empresas quieren localizarse en un centro económico, pero dicho centro solo lo es porque muchas firmas están ubicadas allí. Esto es lo que denomina la literatura económica de lo regional como un proceso de causación acumulativa, en el cual sucesivas firmas entran a un sitio haciéndolo más atractivo para firmas adicionales (Amiti, 1998).

Estas ideas hacen referencia a las teorías antiguas del desarrollo y la economía regional, pero su análisis formal es más reciente. Krugman (1997), por ejemplo, muestra cómo los enlaces pueden dar lugar a aglomeraciones de la actividad en unos pocos sitios y cómo esto es sensible a costos del comercio; es así como la globalización puede, en verdad, disparar la relocalización de la actividad.

---

7 Actividades con rendimientos decrecientes o constantes pueden ser operadas fácilmente en muchos sitios.

### ***B. El problema de la convergencia***

Los modelos de crecimiento neoclásico concluyen que la convergencia entre regiones se logra en el largo plazo. Esta aseveración se sustenta en dos hipótesis: la primera, que existe plena movilidad de factores; la segunda, que las regiones menos desarrolladas adoptan innovaciones que las más dinámicas ya han desarrollado, con costos inferiores a los de su descubrimiento. Se prevé, de esta forma, que las economías menos avanzadas reducen la distancia que las separa de las más desarrolladas, logrando así un incremento más rápido en la productividad.

Se ha realizado un cuestionamiento a las hipótesis anteriores. La movilidad de factores no es tan sencilla debido a la existencia de unos costos sociales y restricciones culturales importantes, y, en general, a las imperfecciones del mercado. Los análisis empíricos sobre crecimiento consideran distintas nociones de convergencia como se enuncia a continuación.

#### *1. Convergencia beta ( $\beta$ )*

La hipótesis de convergencia beta ( $\beta$ ) sostiene que economías con valor agregado más bajo por habitante experimentan crecimiento superior al de las de mayor valor agregado por habitante. Esta hipótesis puede ser de dos tipos: absoluta y condicional. En la primera, se considera que las economías tienen características similares y que la única diferencia está en el nivel de productividad inicial. En la segunda, se tienen en cuenta las diferencias estructurales, funcionales y espaciales, entre otras; en este caso, las economías tenderían a diferentes estados estacionarios.

#### *2. Convergencia sigma ( $\sigma$ )*

La hipótesis de convergencia sigma ( $\sigma$ ) trata de medir el grado de desigualdad existente entre diferentes regiones, tomando como referencia una variable económica. Ocurre cuando la dispersión, medida por ejemplo como la desviación estándar del logaritmo de la variable por explicar para un grupo de economías o regiones, disminuye a través del tiempo.

## **II. Metodología**

El estudio de convergencia se realizó a partir de un análisis econométrico del problema, mediante una estimación de datos de panel.<sup>8</sup> Se observó, además, la

---

8 Esta forma de estimar la convergencia  $\beta$  tiene la ventaja de que no es necesario establecer supuestos sobre las variables que determinan el estado estacionario de cada uno de los departamentos. Por otra parte, presenta un inconveniente a la hora de interpretar el valor de los efectos estimados, como bien lo expresa Mancha y Sotelsek (2001, p.114), estos constituyen

relación que existe entre los coeficientes de convergencia y grado de apertura. Esta relación se captura por medio de la covarianza entre los dos regresores. Asimismo, se analizó la convergencia tipo sigma ( $\sigma$ ) la cual se calcula como la desviación estándar del logaritmo de la productividad laboral.

### A. El modelo

Para el análisis se recurrió a la ecuación de convergencia utilizada por Barro y Sala-i-Martin (1995), en la cual se busca contrastar la relación entre la posición inicial de cada departamento y sus tasas de variación en un período determinado, adicionando un vector de variables exógenas que capturan diferencias entre los departamentos. En nuestro caso se utilizará una variable proxy del grado de apertura comercial: la participación de las exportaciones más las importaciones en el PIB departamental industrial.

La ecuación para estimar se puede expresar de la siguiente forma:

$$\gamma_{it} = \alpha - \beta \log(PL_{it-1}) + \phi \log\left(\frac{X_{it}}{X_{it-1}}\right) + \mu_{it} \quad (8)$$

donde,

$\gamma_{it}$ : tasa de crecimiento de la productividad laboral industrial del departamento  $i$  entre el período  $t - 1$  y  $t$ .

$PL_{it-1}$ : productividad laboral industrial del departamento  $i$  en el período  $t - 1$ .

$X_{it}$ : es la variable utilizada como indicador del grado de apertura del departamento  $i$  en el  $t$ -ésimo período.

$\mu_{it}$ : shock estocástico que recoge las perturbaciones transitorias de la función de producción del departamento  $i$  en el  $t$ -ésimo período.

La estimación mediante panel de datos permite incluir una muestra de departamentos durante un período de tiempo, así como clasificar los efectos económicos que no pueden distinguirse solo con el uso de datos de corte transversal o series de tiempo. En nuestro estudio se utilizó un modelo con pendiente constante e intercepto que varía alrededor de los departamentos, lo que permite observar las

---

una "caja negra" que sería necesario descifrar con otro tipo de análisis. Adicionalmente, en Colombia no se ha realizado un estudio de la convergencia con datos de panel para la productividad laboral industrial, lo cual constituiría un aporte nuevo a los trabajos empíricos en esta dirección.

diferencias entre ellos. El contexto básico para el análisis es un modelo de regresión de la forma siguiente:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + e_{it} \quad (9)$$

donde hay  $k$  regresores en  $x_{it}$ , sin incluir el término constante; consideramos dos variables: la productividad laboral inicial de los departamentos y el indicador del grado de apertura. El efecto individual es  $\alpha_i$ , representa el efecto de cada uno de los departamentos y se considera constante a lo largo del tiempo  $t$ , y específico para la unidad de sección cruzada individual. Finalmente,  $e_{it}$  es el error asociado a la ecuación de cada departamento.

Existen dos marcos básicos utilizados para generalizar este modelo: el enfoque de efectos fijos y el de efectos aleatorios. Cuando la muestra no es aleatoria la mejor estimación es la metodología de efectos fijos, que agrega variables indicadoras para permitir diferenciar el intercepto entre los departamentos.<sup>9</sup> El modelo es el siguiente:

$$y_{it} = i\alpha_i + \beta \mathbf{X}_{it} + e_{it} \quad (10)$$

donde  $i$ , que acompaña al intercepto  $\alpha_i$ , representa los efectos fijos para cada departamento, mientras que  $i = 1, 2, \dots, N$ , se refiere al número de individuos. Para el estudio, representa los departamentos colombianos ( $N = 21$ ).

$t = 1, 2, \dots, T$  : Número de datos de series de tiempo. En nuestro caso  $T = 31$  años.  
 $y_{it}$ : tasa de crecimiento de la productividad laboral industrial del departamento  $i$  en el período  $t$ .

$\mathbf{X}_{it}$  : Vector que incluye la productividad laboral industrial inicial del departamento  $i$  y el indicador del grado de apertura.

El enfoque de efectos aleatorios considera que los interceptos varían alrededor de las observaciones temporales para cada individuo o departamento y especifica que  $\mu_i$  es un error específico del departamento.<sup>10</sup> Por tanto, cada departamento tiene un  $\mu_i$  diferente. De esta manera el modelo es el siguiente:

$$y_{it} = (\alpha + \mu_i) + \beta \mathbf{X}_{it} + e_{it} \quad (11)$$

donde  $\mu_i$  es el error aleatorio que caracteriza a la  $i$ -ésima observación y es constante a lo largo del tiempo. En el análisis de los departamentos se puede interpretar como el conjunto de factores, no incluidos en la regresión, específico a cada departamento y que los diferencia.

9 Los efectos fijos individuales representan todas aquellas variables que diferencian los departamentos.

10 La metodología de efectos aleatorios trata los interceptos como variables aleatorias a través de los individuos (Greene, 1998).

En el estudio se consideraron los dos enfoques y se realizaron pruebas de diferencia entre los parámetros estimados. Para ello se utiliza la prueba de Hausman, que permite determinar si existen diferencias importantes entre los coeficientes estimados por efectos fijos y efectos aleatorios. Además, se aplica la prueba de Breusch y Pagan, que se utiliza para observar la significancia de los efectos aleatorios y el contraste de significancia de los efectos fijos de grupo.<sup>11</sup>

### ***B. Descripción de los datos***

Las exportaciones e importaciones industriales así como el valor agregado y la población ocupada necesarios para calcular la productividad laboral se obtuvieron de la Encuesta Anual Manufacturera suministrada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística —Dane—. El valor agregado de la industria de cada departamento a precios constantes se obtuvo utilizando como deflactor el índice de precios al productor para la industria manufacturera de las Cuentas Nacionales tomando como año base 1990. Toda la información se obtuvo según la clasificación CIIU a tres dígitos, y se utilizaron deflatores para cada uno de las agrupaciones de la clasificación, lo que permite obtener un valor más consistente de las variables de cada departamento.

## **III. Análisis de los resultados**

### ***A. La convergencia beta ( $\beta$ ): resultados econométricos***

A continuación se presenta el análisis de los resultados econométricos obtenidos para el período 1967-1998, y para los subperíodos antes y después de la apertura económica en Colombia (1967-1990 y 1990-1998). Inicialmente, se corrió el modelo econométrico regresando la tasa de crecimiento de la productividad de cada departamento con la productividad inicial. Luego, se incluyó el indicador del grado de apertura para observar los posibles efectos de esta variable sobre la convergencia.

#### *1. Período 1967-1998*

En las primeras dos columnas de la Tabla 1 se muestran los resultados del primer ejercicio y en las tres últimas los resultados al incluir en el modelo el indicador de grado de apertura. En los resultados de las estimaciones se obtuvo lo siguiente: con efectos fijos el coeficiente estimado de la productividad inicial es significativo y tiene signo negativo; esto indica que existe una relación inversa entre la tasa de crecimiento y las productividades iniciales. Cuando observamos las estimaciones bajo el enfoque de efectos aleatorios la relación encontrada se

---

11 Véase el resultado de las pruebas en Franco y Vásquez (2002, pp. 71-75).

Tabla 1. *Colombia: convergencia  $\beta$  de la productividad laboral industrial en los departamentos colombianos, 1967-1998*

Variable	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Intercepto igual
PL	-0,24	-0,20	-0,175	-0,1435	-0,0396
E			-0,249	-0,2523	-0,1275
$\lambda$	23,50	19,50	17,5	14,35	3,9
Constante	0,58	0,49	0,441	0,3648	0,1101
R <sup>2</sup>	0,12	0,12	0,30	0,304	0,196
P-valor (PL)	0,00	0,00	651	651	630
P-valor (E)			0,00	0,00	0,00
N <sup>o</sup> observaciones	651	651	651	651	630
Prueba global	Prob: F = 0,00	Prob: Chi2 = 0,00	Prob: F = 0,000	Prob: Chi2 = 0,00	Prob: F = 0,00
Significancia	F(20,629) = 0,77	LM = 1,5	F(20,628) = 0,67	LM = 2,09	
	Prob > F = 0,746	Prob > Chi2 = 0,22	Prob > F = 0,855	Prob > Ch2 = 0,148	

mantiene y las estimaciones de los coeficientes varían. Sin embargo, el contraste de significancia de efectos fijos y la prueba de Breusch y Pagan probaron que los enfoques no se ajustan a los datos. En otras palabras, ni los efectos fijos ni los efectos aleatorios son significativos (Tabla 1, columnas 1 y 2). Al agregar al modelo el indicador del grado de apertura, se tiene nuevamente que los coeficientes estimados son significativos y que los efectos fijos y aleatorios no lo son (Tabla 1, columnas 3 y 4).

A la luz de los resultados econométricos, la interpretación económica que se deriva es que, en general, no existen disparidades importantes entre los departamentos,<sup>12</sup> salvo en el indicador de grado de apertura. Un resultado bastante discutible puesto que, en realidad, los departamentos presentan diferencias en infraestructura, dotación de factores, nivel educativo y estructura productiva, razón por la cual las productividades laborales entre ellos son distintas.

La última columna de la Tabla 1 muestra las estimaciones bajo el supuesto de interceptos iguales.<sup>13</sup> Los coeficientes estimados son estadísticamente significativos y el coeficiente PL tiene signo negativo, lo que indica una relación inversa entre tasa de crecimiento de las productividades y el nivel inicial. Ello permite afirmar

12 Véanse en la sección II ecuaciones 10 y 11.

13 Como los efectos fijos y aleatorios no son estadísticamente significativos, se corrió el modelo bajo el supuesto de interceptos iguales (efectos iguales), pero incluyendo el indicador de grado de apertura.

que se ha presentado un proceso de convergencia condicionada al grado de apertura, con una velocidad de alcance de 3,9% anual.

La Tabla 2 muestra la covarianza entre los coeficientes de la productividad laboral inicial (PL) y el indicador de apertura (E) para los diferentes períodos considerados. En el período 1967-1998 la covarianza es negativa, lo que implica una relación inversa entre el grado de apertura de la economía y la intensidad de la tendencia a la igualación de las productividades entre los departamentos. Este resultado sugiere la ampliación en las diferencias de las productividades entre los departamentos colombianos.

Tabla 2. *Colombia: covarianza entre los coeficientes de la productividad laboral inicial y el indicador de apertura, 1967-1998*

Período	Covarianza
1967-1998	(-2,32E-0,5)
1967-1990	(-0,0043)
1990-1998	(-1,54E-12)

## 2. Subperíodos 1967-1990 y 1990-1998

La Tabla 3 muestra los resultados de los subperíodos 1967-1990 y 1990-1998. Las dos primeras columnas muestran la regresión entre las tasas de crecimiento de la productividad laboral y su nivel inicial. Los resultados de las estimaciones\* en ambos períodos son los siguientes: bajo el enfoque de efectos fijos el coeficiente estimado de la productividad inicial es significativo y tiene signo negativo, lo que indica que existe relación negativa entre la tasa de crecimiento de la productividad de los departamentos y el nivel inicial de ella. Cuando observamos las estimaciones bajo el enfoque de efectos aleatorios la relación encontrada se mantiene. No obstante, tanto el contraste de significancia de efectos fijos como la prueba de Breusch y Pagan probaron que ni los efectos fijos ni los efectos aleatorios son significativos, es decir, las hipótesis de efectos fijos iguales y efectos aleatorios iguales a cero se deben aceptar.

Al agregar al modelo el indicador del grado de apertura se tiene que para el subperíodo 1967-1990 los coeficientes estimados son significativos y los efectos fijos

\* Sin incluir el indicador de grado de apertura (columnas 1,2,6 y 7).

Tabla 3. *Colombia: convergencia de la productividad laboral industrial en los departamentos colombianos, 1967-1998*

Variable	1967-1990					1990-1998			
	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Intercepto igual	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos aleatorios
PL	-0,33	-0,26	-0,24	-0,1899	-0,0315	-0,301	-0,3012	-0,194	-0,1978
E			-0,2424	0,2493	-0,091			-5,89E-10	-5,80E-10
$\lambda$	32,5	25,7	24	18,9	3,15	30	30,1	19,4	19,7
Constante	0,78	0,62	0,585	0,467	0,088	0,788	0,7891	0,513	0,5217
R2	0,16	0,16	0,326	0,324	0,184	0,164	0,164	0,52	0,5201
P-valor (PL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,072	0,00	0,00	0,00	0,00
P-valor (E)			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00
Número de observaciones	515	515	515	515	462	189	189	189	189
Prueba Global	Prb:F= 0,00	Prb:Chi2= 0,00	Prb:F= 0,000	Prb:Chi2= 0,00	Prb:F= 0,00	Prb:F= 0,000	Prb:Chi2= 0,000	Prb:F= 0,000	Prb:Chi2= 0,000
Significancia	F(20,493) = 0,94	LM= 0,85	F(20,628)= 0,70	LM= 2,03		F(8,179) = 1,50	LM= 0,49	F(8,179)= 3,32	LM= 13,54
	Prb>F= 0,535	Prb > Ch2= 0,35	Prb > F= 0,825	Prb > Ch2= 0,15		Prb > F= 0,159	Prb > Chi2= 0,48	Prb > F= 0,0015	Prb > Ch2= 0,002

y aleatorios no lo son (columnas 3 y 4). La interpretación económica que se deriva de los resultados es que, en general, los departamentos no presentan muchas diferencias en factores económicos, salvo en el indicador de grado de apertura.

La columna 5 muestra las estimaciones bajo el supuesto de interceptos iguales. Los coeficientes estimados son estadísticamente significativos y el coeficiente PL tiene signo negativo, lo que indica la relación inversa entre tasa de crecimiento de las productividades y el nivel inicial. De ello se deriva que se ha presentado un proceso de convergencia condicionada al grado de apertura, con una velocidad de alcance de 3,15% anual.

Los resultados de las regresiones cuando se incluye el indicador de apertura en el período 1990-1998 se muestran en las últimas dos columnas de la Tabla. Con efectos fijos los coeficientes son significativos y el coeficiente de la productividad laboral inicial tiene signo negativo, lo que indica que se presentó un proceso de convergencia condicionada; en otras palabras, en el largo plazo los departamentos tienden a diferentes estados estacionarios, sus diferencias se mantienen y estabilizan.

Cuando observamos las estimaciones bajo el enfoque de efectos aleatorios las relaciones encontradas se mantienen. No obstante, se realizó la prueba estadística que verifica si existen diferencias entre los coeficientes estimados entre los dos enfoques y se observó cuál de los dos enfoques ajusta mejor la estimación de los datos. Así, la prueba de Hausman mostró que no existe diferencia sistemática entre



los coeficientes estimados y la prueba de Breusch y Pagan probó que el modelo de efectos fijos se ajusta mejor a los datos.

En ambos subperíodos la covarianza entre el coeficiente del grado de apertura y el coeficiente de convergencia es negativa (véase Tabla 2). Una vez más las conclusiones se mantienen y se fortalece la hipótesis de que existe relación inversa entre apertura y convergencia. Como se anotó en párrafos anteriores (pp. 140-141), la existencia de diferencias de dotación de factores, grado de apertura, de infraestructura y nivel educativo entre los departamentos son factores diferenciadores entre ellos.<sup>14</sup>

En suma, durante el subperíodo 1990-1998 se considera que hubo convergencia condicionada al grado de apertura y otras variables diferentes que, aunque capturadas mediante los efectos fijos, no se identifican claramente. Asimismo, se encontró que al incluir el indicador del grado de apertura la velocidad de convergencia de las productividades entre los departamentos colombianos disminuye.

Por lo anterior, aunque ha habido convergencia condicionada, al reducirse la velocidad se podría afirmar que han aumentado las desigualdades en la productividad industrial entre los departamentos como consecuencia de su grado de apertura. Esta situación podría ser explicada como consecuencia de la poca preparación de las empresas colombianas para competir con empresas del exterior de mayor experiencia en los mercados mundiales, posiblemente como resultado del proteccionismo estatal heredado por las industrias de períodos económicos anteriores. Paralelo a lo anterior, algunos departamentos poseen mayores ventajas comparativas y competitivas para acceder a productividades más altas. Sin embargo, estas primeras conclusiones deben analizarse con cuidado debido al "corto" período de tiempo que lleva la apertura y a la poca información que se tiene.

### ***B. Convergencia sigma ( $\sigma$ )***

Para el período 1967-1998 el indicador de convergencia sigma ( $\sigma$ ) empezó con un nivel de 0,16 y terminó con 0,15. Esta leve disminución no permite concluir una reducción en la dispersión de las productividades en este período. No obstante, al observar la evolución del indicador durante todo el período se infiere que existe leve tendencia al aumento de las dispersiones (véanse Tabla 4 y Gráfico 1). Adicionalmente, se regresó la desviación estándar contra el tiempo, para observar la relación entre ambas variables a través de una regresión lineal. Los resultados para el período completo señalan una relación positiva entre ellas (véase Tabla 5).

---

14 Conclusiones en esta misma dirección se han presentado en el estudio realizado en el Cider —Centro Interdisciplinario de Estudios Regionales— de la Universidad de los Andes (1994).

Tabla 4. *Colombia: convergencia sigma ( $\sigma$ ), 1967-1998*

Año	Desviación estándar del logaritmo de la productividad laboral	Año	Desviación estándar del logaritmo de la productividad laboral
1967	0,16	1983	0,14
1968	0,15	1984	0,13
1969	0,18	1985	0,17
1970	0,20	1986	0,22
1971	0,18	1987	0,17
1972	0,17	1988	0,23
1973	0,20	1989	0,21
1974	0,17	1990	0,18
1975	0,13	1991	0,20
1976	0,16	1992	0,25
1977	0,18	1993	0,17
1978	0,11	1994	0,26
1979	0,20	1995	0,26
1980	0,18	1996	0,18
1981	0,17	1997	0,18
1982	0,18	1998	0,15

Gráfico 1. *Colombia: convergencia sigma ( $\sigma$ ) de la productividad laboral industrial en los departamentos colombianos, 1967-1998*

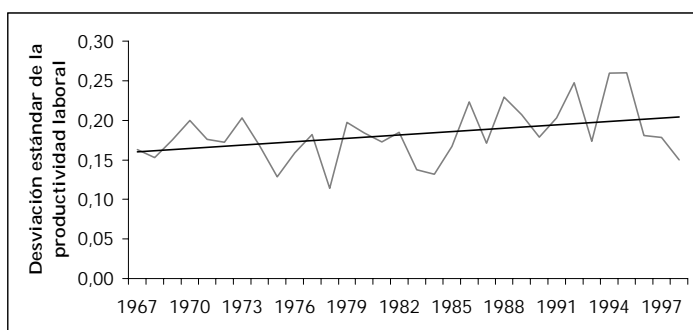
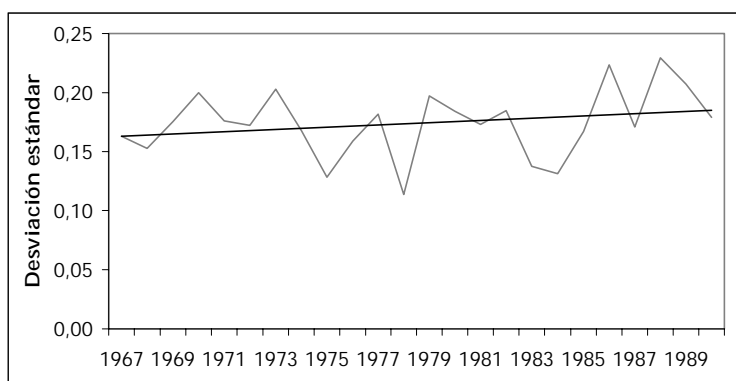


Tabla 5. *Colombia: convergencia sigma ( $\sigma$ ) (regresión de la desviación estándar contra el tiempo)*

Variable	1967-1998	1967-1990	1990-1998
C	0,158	0,162	0,311
T	0,001	0,001	-0,004
P-valor(C)	0,000	0,000	0,091
P-valor(T)	0,033	0,266	0,518

Finalmente, se revisó la convergencia tipo sigma ( $\sigma$ ) en los subperíodos 1967-1990 y 1990-1998. En 1967-1990 se presentó, en términos generales, aumento en la dispersión, lo cual indica que no hay convergencia tipo  $s$  para la productividad laboral industrial (véase Gráfico 2). Al regresar la desviación estándar contra el tiempo se obtiene una relación positiva entre la desviación estándar y el tiempo (véase Tabla 5). Ello confirma el resultado anterior.

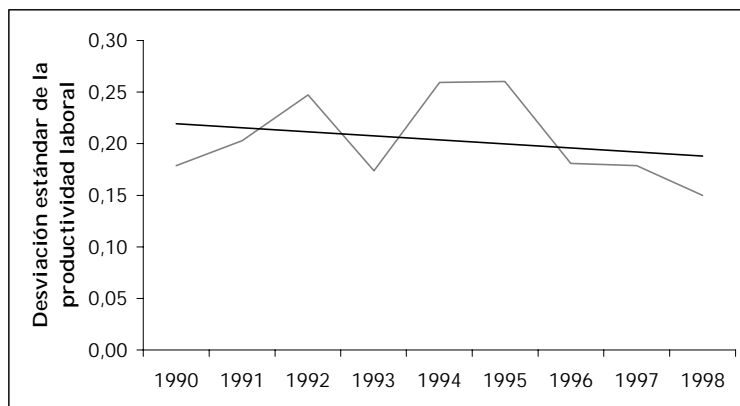
Gráfico 2. *Colombia: convergencia sigma ( $\sigma$ ) de la productividad laboral industrial en los departamentos colombianos, 1967-1990*



Al examinar el subperíodo correspondiente a la apertura económica (1990-1998) se encontró que el indicador inicia con un nivel de 0,18 y llega a un nivel de 0,15 (véase Tabla 4). Adicionalmente, se observa una relación negativa entre el indicador y el tiempo (véase Tabla 4). No obstante, en estos años no se observa tendencia clara en la dispersión (véase Gráfico 3). Los resultados anteriores no permiten concluir que ha aumentado o disminuido la dispersión en las productividades

entre los departamentos colombianos durante los años de apertura; sin embargo, se puede afirmar que los departamentos colombianos parecen ser un caso donde no se ha presentado la convergencia sigma ( $\sigma$ ).

Gráfico 3. *Colombia: convergencia sigma ( $\sigma$ ) de la productividad laboral industrial en los departamentos colombianos, 1990-1998*



### Conclusiones

Del análisis de convergencia beta ( $\beta$ ) y convergencia sigma ( $\sigma$ ) se derivan algunos resultados importantes, que enunciaremos a continuación.

En primer lugar, durante el período completo de estudio, así como en los diferentes subperíodos considerados, se observa como Colombia parece ser un caso en el cual, en general, se ha presentado un proceso de convergencia claramente condicionado al grado de apertura. Asimismo, se encontró una relación inversa entre el coeficiente de convergencia y el coeficiente del indicador del grado de apertura, lo que permite afirmar que a medida que aumenta este último coeficiente la convergencia de las productividades industriales entre los departamentos disminuye. Si bien estos resultados se derivan de un estudio en el cual, posiblemente, la información es imperfecta, da luces para afirmar que a pesar de la convergencia condicionada, el grado de apertura ha tendido a favorecer a territorios que se han caracterizado por tener "ventajas" para exportar e importar bienes del exterior. En este sentido, es importante reflexionar sobre la capacidad de las empresas colombianas para adaptarse a un proceso de apertura económica más intenso.

En segundo lugar, a pesar de que se presentó convergencia condicionada en las productividades laborales entre los departamentos colombianos, al incluir el grado

de apertura en el análisis se encontró que la velocidad de convergencia disminuye. Esto es consecuente con lo planteado por las nuevas teorías del comercio internacional, puesto que el grado de apertura en lugar de acelerar la velocidad de convergencia la ha disminuido.

En tercer lugar, se puede afirmar que no se presentó un proceso de convergencia sigma ( $\sigma$ ) en las productividades de los departamentos colombianos, puesto que al revisar este tipo de convergencia en la productividad industrial, se encontró un aumento en la dispersión en el período completo de estudio (1967-1998). En particular, se encontró que a partir de 1990 no hay claridad sobre la presencia o no de convergencia sigma.

Por último, se sugiere realizar otro tipo de análisis de convergencia que considere explícitamente los sectores de la industria colombiana e identificar a cuáles de ellos ha favorecido la apertura económica, con el fin de focalizar las políticas de apoyo a la creación, sostenimiento y especialización de estos sectores. Con ello se espera mejore el nivel de productividad y empleo en los departamentos colombianos.

### Bibliografía

- AMITI, Mary, 1998. Location and Trade. "New trade Theories and Industrial Location in the EU: a Survey of Evidence". *Oxford Review Economic Policy*, Vol.14, No. 2. pp. 45-73.
- ARROW, Kenneth, 1962. "The Economic Implications of Learning by Doing". *Review of Economic Studies*, 29, pp.155-173.
- BARRO, Robert y SALA-I-MARTIN, Xavier (1995). *Economic Growth*. New York, MacGraw Hill.
- \_\_\_\_\_, 1991. "Economic Growth in a Cross Section of Countries". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, No. 2, pp.407-443.
- CARNICERO, Ignacio, 1999. "Comercio y convergencia regional: un análisis sectorial del caso español". Tesina. Cemfi No. 9913.
- CENTRO Interdisciplinario de Estudios Regionales —Cider—, 1994. "Efectos regionales de la apertura de la economía: estudio de caso". Bogotá, Universidad de los Andes.
- CUADROS, AnaMaría, 2000. "Exportaciones y crecimiento económico: un análisis de causalidad para México". *Estudios Económicos* No. 1. pp. 37-65.
- ETHIER, Wilfred, 1982. "National and International Returns to Scale in the Modern Theory of International Trade. *American Economic Review*, Vol. 72, No. 3 (june), pp.389-405.
- FEDER, G., 1982. "On Exports and Economic Growth". *Journal of Development Economics*, Vol. 12, pp. 59-73.
- FERNÁNDEZ, Cristina, 1998. "Agglomeration and Trade: The Case of Colombia". *Ensayos sobre Política Económica*. No. 33, pp. 81-118.
- FRANCO, Lilibiana y VÁSQUEZ, José Alfredo, 2002. "Crecimiento económico y grado de apertura: un análisis de convergencia de la productividad laboral industrial entre los departamentos colombianos". Medellín, Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Económicas.

- GREENE, William H., 1998. *Análisis econométrico*. 3.<sup>a</sup> ed. Prentice Hall.
- GROSSMAN, Gene y HELPMAN, Elhanan, 1991. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MIT Press.
- KALMANOVITZ, Salomón y PULECIO, Jorge, 1997. "La política de apertura". En: *Economía para todos*. Bogotá, Fescol.
- KRUGMAN, Paul, 1979. "A Model of Innovation, Technology Transfer, and The World Distribution of Income". *Journal of Political Economy*, Vol. 87, No. 2, pp. 253-266.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Desarrollo, geografía y teoría económica*. Barcelona, Editorial Antoni Bosch.
- \_\_\_\_\_, 1992. *Geografía y comercio*. Barcelona, Antoni Bosch.
- LALL, Sanjaya, 1998. Location and Trade. "Exports of Manufactures by Developing Countries: Emerging Patterns of Trade and Location". *Oxford Review Economic Policy*, Vol. 14, No. 2. pp. 54-72.
- LOTERO, Jorge, RESTREPO, Sergio y FRANCO, Liliana, 1999. "Modelos de desarrollo y convergencia de la productividad industrial en los departamentos colombianos". *Lecturas de Economía* No. 52. enero-junio, 2000.
- LUCAS, Robert, 1988. "On the Mechanics of Development Planning". *Journal Monetary Economics*. Vol. 22, No.1, pp 3-42.
- MANCHA, Tomás y SOTELSEK, Daniel, 2001. *Convergencia económica e integración: la experiencia en Europa y América Latina*. Madrid, Pirámide.
- MEISEL, Adolfo y BONET, Jaime, 2001. "La convergencia regional en Colombia: una visión de largo plazo, 1926-1995". En: *Regiones, ciudades y crecimiento económico en Colombia*. Colección de Economía Regional. Cartagena, Banco de la República, pp. 11-56.
- REBELO, Sergio, 1991. "Long-Run Policy and Long-Run Growth". *Journal of Political Economy*. Vol.99, No.3, pp.500-521
- SOLOW, Robert, 1956. "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70, No. 1, pp. 65-94
- VENABLES, Anthony, 1998. "The assessment: trade and location". *Oxford Review Economic Policy*, Vol 14, No. 2. pp. 1-6.