



## **ANÁLISIS DE CONVERGENCIA ABSOLUTA Y CONDICIONAL EN PRODUCTIVIDAD ENTRE LAS MANUFACTURAS URBANAS MEXICANAS: 1975-1998**

**Adrián de León Arias\***

Fecha de recepción: 10 de diciembre de 2002. Fecha de autorización: 17 de junio de 2003.

### *Resumen*

*En este estudio, en particular, se replica la metodología propuesta en Barro y Sala-i-Martin (1995) con el fin de identificar la convergencia absoluta, y se aplica la formulada por Cermeño (2001) para evaluar la existencia de convergencia condicional. Se estima la tasa de convergencia en términos del producto por trabajador a nivel de las manufacturas para las 60 mayores áreas metropolitanas mexicanas durante el periodo 1975-1998, con base en la información provista por los censos de manufacturas. Con esta investigación se desea contribuir al avance del análisis cuantitativo de la economía urbana. Encontramos que existe una tasa de convergencia relativamente lenta de la productividad entre las manufacturas urbanas mexicanas, pero similar al benchmark de 2% anual encontrado en otros estudios.*

*Palabras clave: convergencia absoluta, manufacturas urbanas mexicanas, convergencia condicional, productividad.*

### *Abstract*

*In particular, this study replicates the methodology proposed in Barro and Sala-i-Martin (1995) for the purpose of identifying absolute convergence. Also, the methodology proposed by Cermeño (2001) is applied with the objective of evaluating the existence of conditional convergence. The convergence rate is estimated in terms of profit per worker at the level of manufactured products in Mexico's sixty major metropolitan areas during the period from 1975 to 1998, based on information provided by factory censuses. The intention of this study is to contribute toward advancing in quantitative analysis of urban economics. The results indicate that there is a relatively slow convergence rate in productivity among Mexican urban manufactured products, however it is similar to the benchmark of 2% annually that has been found in other studies.*

*Key Words: Absolute convergence, Mexican urban manufactured products, conditional convergence, productivity.*

---

\* Doctor en Economía (Universidad de Notre Dame, EU). Profesor investigador en el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA). Periférico Norte 799, Núcleo los Belenes, Zapopan, Jalisco, CP 45100. Tel/Fax: (33) 37 70 33 15. Correo electrónico: laa02511@cucea.udg.mx

### Résumé

*Dans cette étude en particulier, est reprise la méthodologie proposée dans Barra y Sala-i-Martin (1995) dans le but d'identifier la convergence absolue. Se trouve également appliquée la méthodologie proposée par Cermeño (2001). Pour évaluer l'existence de la convergence conditionnelle, on considère le taux de convergence en termes de produit par travailleur au niveau des usines, pour les 60 zones mexicaines métropolitaines les plus grandes pendant la période 1975-1998, selon l'information donnée par les recensements d'usines.*

*Ces travaux aspirent à faire avancer l'analyse quantitative de l'économie urbaine. On trouve qu'il existe un taux de convergence relativement lent de la productivité parmi les usines urbaines mexicaines ; cependant, ce taux est similaire au benchmark (2 % annuels calculés dans d'autres travaux).*

*Mots-clés: convergence absolue, usines urbaines mexicaines, convergence conditionnelle, productivité.*

### Resumo

*Neste estudo, em particular, se contesta metodologia proposta em Barro y Sal-i-Martin (1995) para identificar convergência absoluta e aplica-se a metodologia proposta por Cemeño (2001), para avaliar a existência de convergência condicional, estima-se a taxa de convergência em termos do produto por trabalhador a nível das manufaturas para as 60 maiores áreas metropolitanas mexicanas durante o período 1975-1998, com base na informação dada pelos censos de manufaturas. Com esta investigação deseja-se contribuir para o avanço da análise quantitativa da economia urbana. Verifica-se que existe uma taxa de convergência relativamente lenta da produtividade entre as manufaturas urbanas mexicanas mas similar ao benchmark de 2 por cento anual verificado em outros estudos.*

*Palavras-chave: convergência absoluta, manufaturas urbanas mexicanas, convergência condicional, produtividade.*



### Introducción

La teoría convencional del crecimiento económico, cuyo paradigma básico es el modelo de Solow (1956), considera que dado el acceso común al cambio tecnológico y a la movilidad perfecta de capital entre distintas economías, las diferencias en las tasas de crecimiento del producto por hora trabajada en cada una de éstas debería relacionarse con el nivel inicial de capital disponible por trabajador. Dentro de un país donde, en general, se aplican las condiciones de movilidad perfecta de capital y acceso común a la mejor tecnología disponible, la productividad en regiones con mayores niveles de capital por trabajador (*regiones ricas*) debería crecer más lentamente que en regiones con menores niveles de capital por trabajador (*regiones pobres*). En el marco de esta teoría, lo esperado —en términos de productividad— sería la convergencia. Si se establece una relación entre la tasa de crecimiento de la productividad y el nivel inicial de capital por trabajador se habla de convergencia absoluta y si la relación anterior está mediada por otros factores que permitan determinar diferentes niveles de crecimiento se habla de convergencia condicional. Esta implicación, que se aceptó por su fortaleza analítica, fue evaluada recientemente de manera empírica sobre un marco común.

En los análisis empíricos del crecimiento, la identificación de convergencia, tanto absoluta como condicional, es objeto de gran interés en diversas investigaciones. Esta línea de investigación sobre convergencia inicia con Barro y Sala-i-Martin (1991) y tiene hasta la fecha un gran desarrollo; para una revisión panorámica reciente sobre el tema, véanse Temple (1999) y de la Fuente (2000).

En este artículo analizamos la convergencia en cuanto a productividad entre las manufacturas urbanas y también exploramos otros factores de crecimiento que puedan estar dando lugar a un modelo de convergencia condicional, dada la relativamente lenta tasa de convergencia (absoluta) que se observa entre las principales manufacturas urbanas de México. En particular, aplicamos la metodología propuesta en Barro y Sala-i-Martin (1995: capítulo 11) con el fin de identificar la tasa de convergencia y además se extiende la misma metodología con la formulada por Cermeño (2001) para evaluar la existencia de convergencias absoluta y condicional mediante un análisis basado exclusivamente en la información que se obtuvo a partir de los datos organizados en formato de panel. En esta investigación se identifica la tasa de convergencia en términos de producto por trabajador a nivel de las manufacturas para las 60 mayores áreas metropolitanas mexicanas durante el periodo 1975-1998 con base en la información provista por los censos de manufacturas.

Los resultados de la investigación son particularmente relevantes en tanto que, si bien en la literatura al respecto se han presentado estudios sobre convergencia regional para el

caso mexicano, tales como Juan-Ramón y Rivera Batiz (1996), Navarrete (1995), Esquivel (1999), Ruiz (2000), Cermeño (2001) y Carrillo H. (2001), estos estudios exploraron la convergencia del producto *per capita* a nivel regional y/o de entidad federativa.<sup>1</sup> En relación con las manufacturas, los trabajos de Mallick y Carayannis (1995) y de León (1996) sólo la analizaron a nivel de entidad federativa. Por consiguiente, este artículo extiende las observaciones de convergencia a las manufacturas urbanas en México y desea con ello contribuir al avance del análisis cuantitativo de las economías regional y urbana, ya que el tema de convergencia resulta de particular interés para estas subdisciplinas, en tanto que identifica modelos de desempeño productivo regional y políticas que eventualmente corrijan en un sentido más deseable, dicho desempeño. Al concentrar el estudio en las áreas metropolitanas se abre la posibilidad de explorar las de la política por desarrollar desde el ámbito urbano.

Presentamos esta investigación en cuatro secciones. La primera expone el marco analítico del estudio, posteriormente, la segunda elabora el marco empírico de referencia para identificar la convergencia absoluta y condicional. En la tercera evaluamos los resultados de la convergencia absoluta y condicional, y en la sección final ofrecemos una discusión de los resultados obtenidos y algunas limitaciones de este trabajo.

### *Teoría convencional del crecimiento y convergencia*

En la literatura al respecto, el argumento que explica por qué las economías *pobres* tienden a crecer más rápido que las *ricas*, sin tomar en cuenta alguna otra característica de las mismas, se define como *convergencia absoluta*.<sup>2</sup> En particular, el hallazgo de una correlación negativa entre niveles iniciales de producto por trabajador —que se considera una variable *proxy* del capital por trabajador— y sus subsecuentes tasas de crecimiento llegó a ser un criterio popular para juzgar si hay evidencia de convergencia o no. Aún más, Barro y Sala-i-Martin (1995) y otros economistas encontraron que entre regiones o estados de ciertos países desarrollados la tasa de convergencia absoluta es aproximadamente 2% anual. El valor de este parámetro es tan persistente en estos estudios que L. Summers (Barro, 1998) le llamó *ley de hierro de la convergencia*. El lento ritmo de ésta significa que la *mitad de la vida* —el tiempo esperado que toma eliminar la mitad de la brecha inicial de niveles de producto por trabajador— es alrededor de treinta años. Sin embargo, recientemente Mayer-Foulkes (2002:3) señaló, coincidiendo con otros economistas, que el valor de esta tasa de convergencia podría ser el resultado no sólo del efecto de convergencia en la acumulación de capital físico, sino también de la convergencia tecnológica o institucional.

La extensión de este modelo —con objeto de ampliar su capacidad analítica a la *heterogeneidad* entre las economías, esto es, para considerar la posibilidad de diferentes

<sup>1</sup> Existen algunas publicaciones que analizan la desigualdad regional, pero no las incluyo en estas referencias ya que no utilizan el marco común que adoptamos en este estudio. Para una referencia, véase Ruiz (2000).

<sup>2</sup> Véase Barro y Sala-i-Martin (1995:22-30) para una explicación ya clásica de este argumento en el contexto del modelo de Solow.

niveles de ahorro, crecimiento poblacional (empleo) o tasas de depreciación, incluso de diferentes funciones de producción y por lo tanto de diferentes productos *per capita* en el estado de crecimiento estacionario—dio lugar al concepto de *convergencia condicional*.<sup>3</sup> La idea central de este concepto, si la ilustramos en el nivel de economías regionales, es que éstas crecerán más rápido cuanto más alejadas estén de su propio y específico nivel de producto *per capita* en el estado de crecimiento estacionario, no en el nivel del producto *per capita* en el estado de crecimiento estacionario *nacional*.

De acuerdo con Barro y Sala-i-Martin (1995), este concepto de convergencia condicional se puede ilustrar considerando dos economías regionales que difieren sólo en dos aspectos: *a*) tienen diferentes dotaciones de capital por trabajador en sus periodos iniciales y *b*) ambas tienen distintas tasas de ahorro. Estas particularidades nos ayudan a definir la pobreza o riqueza de una economía regional.

En el caso de convergencia absoluta se argumenta que si no existe una diferencia en la tasa de ahorro y la región *pobre* tiene un acervo de capital *per capita* menor que la rica, ésta crecerá menos rápido que aquella, es decir, se observaría este tipo de convergencia. Si la tasa de ahorro es mayor en la región rica que en su contraria, la tasa de crecimiento dependerá de la *distancia* que hay entre la posición inicial y la de *equilibrio* de los acervos de capital *per capita* de cada región y entonces, no necesariamente mostrará convergencia absoluta. De hecho, la región pobre estaría creciendo a una tasa menor que su opuesta.

El modelo de Solow predice entonces convergencia condicional mientras se espera que cada economía converja en sus *propios* valores en el estado de crecimiento estacionario y que la tasa de esta convergencia se relacione inversamente con la distancia de los acervos de capital *per capita actuales* respecto de sus valores de equilibrio.

Es relevante mencionar que si bien este análisis se basa en el modelo de Solow, cualquier otro modelo que proponga un proceso de crecimiento hacia un estado estacionario en factores que son planteados como una alternativa o complemento al capital físico, tales como capital humano, capital público, entre otros, sería sujeto de las mismas estimaciones empíricas. Para hacer una revisión de la literatura sobre las dimensiones tecnológicas o institucionales que también podrían estar determinando el efecto de convergencia, véase Mayer-Foulkes (2002:2-3)

El análisis presentado anteriormente puede extenderse al mencionar las diferencias en niveles de ahorro, crecimiento poblacional (empleo) o tasas de depreciación, incluso de diferentes funciones de producción estarían determinando diferencias en nivel del producto *per capita* en su estado de crecimiento estacionario. Barro y Sala-i-Martin (1995) y Barro (1998), siguiendo a Barro y Sala-i-Martin (1991), ofrecen un concepto de convergencia condicional más amplio, que se expone a continuación.

El concepto de convergencia condicional propuesto en Barro (1998) se representa, en forma ecuacional, por el siguiente modelo:

<sup>3</sup> *Ibid.*

$$Dy = f(y, y^*) \quad (1)$$

donde:

$Dy$  representa la tasa de crecimiento del producto *per capita*,

$y$  es el producto *per capita* actual y

$y^*$  es el producto *per capita* en estado de crecimiento estacionario.

La tasa de crecimiento  $Dy$  es decreciente respecto de  $y$  dado  $y^*$  y creciente respecto de  $y^*$  dado  $y$ . El valor de  $y^*$ , en este caso, no depende necesariamente de las diferencias en niveles de ahorro, crecimiento poblacional (empleo) o tasas de depreciación —ni tampoco de diferentes funciones de producción como se mencionó anteriormente—, sino de una colección de variables del entorno económico y social que aparecen como relevantes, en la literatura sobre el tema, para determinar el crecimiento económico a largo plazo, por ejemplo, los niveles de educación, de inversión, el nivel de gasto público y muchos otros factores de crecimiento.

La mecánica del funcionamiento del modelo de Barro se explica en términos de que, dado un nivel de producto *per capita*  $y$ , un incremento del nivel de producto *per capita* en su estado estacionario  $y^*$  elevará la tasa de crecimiento  $Dy$ , por un periodo de transición. Barro (1998:9) propone el siguiente ejemplo: si el gobierno mejora el clima del entorno de los negocios —digamos con una reducción en la corrupción— la tasa de crecimiento se ampliará por un tiempo dado, aunque no sabremos con exactitud su duración. La idea que valida este argumento se basa en que el incremento en educación o la disminución en la corrupción eventualmente estaría *evitando*, al menos temporalmente, la aparición de los rendimientos decrecientes debido al aumento en el capital físico. Respecto a  $y$ , dado  $y^*$ , un mayor nivel actual de  $y$  implica una menor tasa de crecimiento  $Dy$ , lo que correspondería al efecto de la convergencia, en este caso, condicional. Es relevante notar aquí que en cualquier cambio en las variables que afecta  $y^*$  esperaríamos que este cambio fuera temporal, independientemente de su plazo, a menos que existiera un sector con rendimientos crecientes permanentes.

Una de las ventajas del análisis de la convergencia condicional de Barro es que se extiende para incluir una gran colección de variables, del más diverso tipo, que van desde términos de intercambio comercial, *estado de derecho*, hasta las que intentan identificar el carácter de las instituciones, véase Barro y Sala-i-Martin (1995). Sin embargo, el análisis de Barro presenta el problema de identificación, simultaneidad, y más aún, muy pocas variables pueden considerarse estadísticamente robustas como factores explicativos del crecimiento.

La metodología *à la* Barro, sin embargo, presenta limitaciones que son difíciles de superar con la información disponible. A este respecto, Cermeño (2001) propone una metodología, que bajo un análisis de panel, permite discriminar entre la hipótesis de convergencia absoluta y condicional, y que se basa exclusivamente en información proporcio-

nada por las características de los datos en formato de panel. Es relevante señalar que una investigación empírica muy extensa se ha desarrollado tomando como base datos en panel —véanse Knight, Loayza y Villanueva (1993), Islam (1995), y Caselli, Esquivel y Lefort (1996), así como Barro (1998)—.



### *Marco de referencia para identificar empíricamente la convergencia absoluta y condicional*

En esta sección, siguiendo a Barro y Sala-i-Martin (1991 y 1995), extendemos las implicaciones del modelo presentado en la sección anterior para proponer una metodología que guiará el trabajo experimental de este estudio, y que la mayor parte de los trabajos de este tipo utilizan al respecto como marco de referencia.

El marco de referencia empírico, en la mayoría de los estudios sobre convergencia proviene de una variante del modelo de Solow, el modelo Ramsey refinado por Cass (1965) y Koopmans (1965) del original Ramsey (1928). Para un análisis de sus diferencias, véase Barro y Sala-i-Martin (1995), capítulo 2. A partir de diversas transformaciones del modelo Ramsey en estado estacionario y suponiendo que la tasa de progreso tecnológico es la misma para cada economía, así como la existencia de un estado estacionario común, que incluye un término de perturbación estocástico,<sup>4</sup> la siguiente expresión se define como la ecuación de convergencia:

$$(1/T) \cdot \log(y_{it} / y_{i0}) = a - [(1 - e^{-\beta T})/T] \cdot \log(y_{i0}) + u_{i0,T} \quad (2)$$

donde:

- $y_{it}$  es el producto por trabajador en la economía,
- $i$  en esta investigación, las manufacturas de la área metropolitana  $i$ ,
- $a$  es la constante de la regresión a estimar y de alguna manera representa el estado estacionario común,
- $[(1 - e^{-\beta T})/T]$  es el coeficiente sobre  $y_{i0}$

que representa la medida en que la tasa de crecimiento del producto *per capita* está inversamente relacionada con el producto *per capita* inicial, esto es la convergencia. En particular, el coeficiente mencionado implica que las manufacturas de las áreas metropolitanas *pobres* tienden a crecer más rápido que en las regiones *ricas* en cuanto a productividad. Finalmente,  $u_{i0,T}$  representa el promedio de los términos de error  $u_{it}$  entre 0 y  $T$ .

En la medida que  $[(1 - e^{-\beta T})/T]$  también declina con la longitud del intervalo  $T$  en la metodología se prefiere la estimación de  $\beta$  como medida de convergencia. El procedimiento de estimación consiste en obtener el coeficiente  $(1 - e^{-\beta T})/T$  por mínimos cuadrados ordinarios y después deducir el valor de  $\beta$  a partir del que tiene el coeficiente estimado.

<sup>4</sup> Se puede pensar el término estocástico como una variable que refleja cambios inesperados en las condiciones de producción o preferencias, Barro y Sala-i-Martin (1995:385).

Esta misma metodología puede ser extendida para incluir variables como factores de crecimiento, que determinan diferentes niveles de producto por trabajador en el estado de crecimiento estacionario, dando lugar a la *convergencia condicional*. La estimación de convergencia condicional se puede plantear con la ecuación 2 incluyendo las variables  $\alpha$  que dan cuenta de la de la heterogeneidad entre las economías regionales. Lo anterior se presenta en la ecuación 3.

$$(1/T). \log(y_{it}/y_{i0}) = a - [(1 - e^{-\beta T})/T]. \log(y_{i0}) + \alpha_0 + \dots + \alpha_n + u_{i0,T} \quad (3)$$

Sin embargo, como mencioné anteriormente, análisis como los anteriores presentan limitaciones y más aún, no sabemos qué variables incluir como determinantes de crecimiento. Para superar estos obstáculos Cermeño (2001) desarrolla una metodología que, basada en los datos en forma de panel, identifica la existencia de convergencia condicional a partir de la información proporcionada exclusivamente por los datos observados.

Para ilustrar la metodología de panel en la evaluación de convergencia absoluta en relación con la condicional —y de acuerdo con Cermeño (2001)— requerimos analizar el siguiente modelo dinámico de panel que ilustra claramente la diferencia entre un proceso de convergencia absoluta y uno de relativa. Cermeño lo denomina modelo dinámico de panel con efectos individuales (MEI)

$$y_{it} = \mu_i + \gamma y_{it-1} + \theta t + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T, \quad (4)$$

en el que

$N$  y  $T$  son las dimensiones que corresponden a cada ciudad y a cada periodo, respectivamente,

$\gamma$  es el parámetro autorregresivo,

$\mu_i$  son los efectos específicos individuales y

$\theta t$  representa la tendencia temporal,

lo cual representa el crecimiento tecnológico exógeno, y donde el término de error  $\varepsilon_{it}$  se supone independiente e idénticamente distribuido, con media cero y varianza  $\sigma_\varepsilon^2$ . Considérese que  $y_{it}$  representa el producto por trabajador (en logaritmos) de la ciudad  $i$  en el periodo  $t$ . Según la hipótesis de convergencia  $0 < \gamma < 1$ , la ecuación 4 es congruente con un proceso de convergencia absoluta, en tanto que: *a*) las tasas de crecimiento como los niveles ( $y_{it}$ ) tienden a ser igual para todas las economías, esto es  $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_N$ , y que, *b*) los efectos específicos a cada ciudad se distribuyen de manera independiente e idéntica con media cero y varianza  $\sigma_\mu^2$ , que también se puede interpretar como  $\sigma_\mu = 0$ , y lleva a la transformación de la ecuación 4 en 5, que Cermeño (2001:610) denomina modelo de datos agrupados (MDA):

$$y_{it} = \mu + \gamma y_{it-1} + \theta t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$



La metodología propuesta por Cermeño parte del hecho de que estimar la ecuación 5 en mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para después evaluar nuestra hipótesis  $b) \sigma_{\mu} = 0$  a través de la prueba LM de Breusch-Pagan que se conoce como *prueba de efectos aleatorios* y se define como:

$$LM_{BP} = [NT/2(T-1)][(S_1/S_2)-1]^2 \quad (6)$$

en la que:

$$S_1 = \sum_{i=1}^N \left( \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it} \right)^2$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it}^2$$

Para evaluar la hipótesis  $a) H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_N$ , Cermeño propone calcular la ecuación 4 a través de mínimos cuadrados con variables ficticias (MCVF) y a partir de los estimados obtenidos, calcular la prueba  $F$  de efectos fijos, que se define:

$$F_{EF} = [(S_2 - S_3)/S_3][(N-1)/(NT-N-T-1)]. \quad (7)$$

donde:

$S_3$  es la suma de residuales al cuadrado en el modelo MEI utilizando el estimador de MCVF.

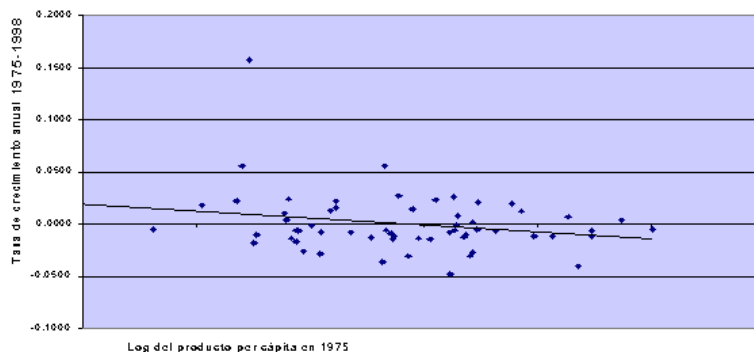
El término  $S_2$  ha sido definido antes como la suma de residuales al cuadrado en el modelo MDA, utilizando el estimador de MCO. La prueba  $F_{EF}$  intenta verificar la hipótesis:  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_N$ . Si  $H_0$  es aceptado, no existen efectos fijos, lo que correspondería al caso de convergencia absoluta. En caso de que  $H_0$  sea rechazada, se tendrá evidencia de la convergencia condicional (Cermeño, 2001:612).

Si ambas pruebas rechazan sus hipótesis nulas, se puede concluir a favor de la convergencia condicional. Y aún, como explica Cermeño, en el caso de que  $LM_{BP}$  no permita rechazar su hipótesis nula, pero la  $F_{EF}$  si sea rechazada, se puede concluir de nuevo a favor de la convergencia condicional, puesto que si bien por la prueba  $LM_{BP}$  no hay evidencia de efectos aleatorios significativos y se concluye a favor de la convergencia absoluta,  $F_{EF}$  es congruente con la condicional. Esta aparente contradicción se resuelve al considerar que la prueba  $LM_{BP}$  rechaza la existencia de efectos aleatorios, aunque no de convergencia condicional a través de efectos fijos (Cermeño, 2001:612-613).

Para el análisis presentado en esta investigación, hemos identificado las principales áreas urbanas con población mayor a 100,000 habitantes en 1990. La cobertura de cada área metropolitana en términos de agrupación de municipios se define en Garza y Rivera (1994). Estas 60 áreas urbanas cubren 74.64% del empleo manufacturero nacional

y 80.54% del valor agregado que se generó en las manufacturas mexicanas en 1998. Una lista de estas ciudades es exhibida en el Cuadro 2 que se presenta más adelante.

En la Figura 1 se muestra el patrón de convergencia que se observa para las áreas metropolitanas incluidas en el estudio. La línea de tendencia muestra una pendiente negativa, pero como veremos en la próxima sección, presenta una relativamente lenta tasa de convergencia absoluta.



**Figura 1.** Convergencia del producto por trabajador en las 60 principales ciudades de México, 1975-1998.  
**Fuente:** Datos propios considerando *Censos Económicos*, INEGI, México, 1975-1998.

### *Evaluación de las convergencias absoluta y condicional*

A partir de la metodología propuesta en la ecuación 2, estimamos la tasa de convergencia entre las manufacturas de las 60 principales áreas urbanas de 1975 a 1998. El cálculo de la tasa de convergencia fue alrededor de 1.60% anual, lo que implica una *mitad de vida* (es decir, el tiempo esperado que toma eliminar la mitad de la brecha inicial) de alrededor de 43 años (véanse los resultados estadísticos en el Cuadro 1).

Algunas variables adicionales se consideran en el modelo con el fin de controlar por efectos que podrían influir en las tasas de crecimiento de la productividad de las manufacturas urbanas, y dan lugar a lo que se ha llamado convergencia condicional. De acuerdo con la ahora ya convencional metodología para la estimación de dicha convergencia —véase Barro y Sala-i-Martin (1995)—, en la ecuación definida como 2 introducimos una serie de variables dicotómicas con el objeto de controlar por diferencias regionales en las tasas de progreso tecnológico y estados de crecimiento estacionario por regiones. Las variables dicotómicas para cada una de las cuatro regiones se definen como: grandes ciudades, norte, occidente y centro<sup>5</sup> (véanse resultados estadísticos a la mitad del Cuadro 1). El coeficiente  $\beta$  estimado es 1.18%, que implica una *mitad de vida* de 59 años.

<sup>5</sup> En las *grandes ciudades* se incluyen las áreas metropolitanas (AM) de la ciudad de México, Monterrey, Toluca y Guadalajara. *Norte* son todas aquellas AM localizadas en estados fronterizos, excepto Monterrey. *Occidente* incluye las AM de los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Michoacán y San Luis Potosí. Y *centro* aquellas AM localizadas en los estados de Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala. Para su justificación véase León (1996).

**Cuadro 1**  
**Estimación de convergencia para la muestra manufacturera urbana: 1975-1998**

*Ecuación Básica*

$(1 - e^{-\beta T}) / T$	0.01343
R <sup>2</sup>	0.059106
(t) sign.	0.0612
[ S.E. de regresión ]	[0.02821]

$$\beta = .0160 \text{ [“Mitad de vida = 43 años”]}$$

*Ecuaciones con dummies regionales*

$(1 - e^{-\beta T}) / T$	0.01031
R <sup>2</sup>	0.12497
(t) sign.	0.1783
[ S.E. de regresión ]	[.028191]

$$\beta = .0118 \text{ [“Mitad de vida = 59 años”]}$$

*Ecuaciones con dummies regionales y variable estructural*

$(1 - e^{-\beta T}) / T$	0.014841
R <sup>2</sup>	0.18008
(t) sign.	0.0615
[ S.E. de regresión ]	[.027545]

$$\beta = .01815 \text{ [“Mitad de vida = 38 años”]}$$

**Fuente:** Estimación propia con base en los datos censales.

Es usual también en esta metodología adoptar una variable que ayude a controlar por *shocks* o impactos sectoriales que podrían afectar de manera diferencial a las manufacturas urbanas. Por ejemplo, cambios en los precios relativos de los productos agrícolas o el petróleo podrían explicar la inestabilidad de los coeficientes a estimar. Siguiendo a Barro y Sala-i-Martin (1991), insertamos en la ecuación 2 una variable adicional en un intento por mantener esos *shocks* agregados constantes. La variable, que definimos como  $S_{i,t}$  se calcula como:

$$S_{i,t} = \sum_{j=1} w_{ij,0} \cdot \log [(y_{j,t}/y_{j,0})/T]$$

donde:

$w_{ij,0}$  es la participación del empleo en el sector  $j$  de la manufactura urbana en la ciudad  $i$  en el tiempo  $0$ , respecto al total del empleo manufacturero en la ciudad  $i$ ;

$y_{j,t}$  es el producto por trabajador a nivel nacional en el sector  $j$  en el tiempo  $t$ .

Para construir la variable  $S_{i,t}$  utilizamos la clasificación censal de nueve sectores manufactureros, que se definen como las ramas de 31 a 39. De acuerdo con Barro y Sala-i-Martin (1995), esta variable, llamada *variable estructural*, indica cuánto aumentaría la producti-

vidad de las manufacturas de una ciudad si cada uno de sus sectores crecieran respecto a la tasa de crecimiento promedio para todo el país. Por ejemplo, supongamos que las manufacturas urbanas de la ciudad  $i$  se especializan en la producción de textiles y vestido y que el agregado nacional del producto por trabajador del sector de textiles y vestido no creció durante el periodo  $t$ . El bajo valor de  $S_{i,t}$  para esta ciudad muestra que no debiera crecer muy rápido en tanto que la industria del vestido y textiles sufrió un impacto negativo en la productividad.

Se puede considerar, con base en la definición de la variable  $S_{i,t}$ , que mientras ésta depende de las tasas contemporáneas de crecimiento de la productividad para el agregado nacional y de los valores rezagados de la participación sectorial del empleo de la ciudad  $i$ , la variable en cuestión puede ser considerada razonablemente como exógena a las experiencias de crecimiento de la ciudad  $i$  bajo análisis.

Si consideramos la variable *estructural* y las *dicotómicas* regionales, la ecuación planteada como 2 nos permite obtener una tasa de convergencia de 1.81%, que es relativamente lenta y genera la pregunta del por qué también es bajo este valor en tasa de convergencia.

En el Cuadro 2 se presentan las 60 áreas metropolitanas<sup>6</sup> ordenadas de acuerdo con su nivel de producto por trabajador<sup>7</sup> para cada uno de los años seleccionados. De la información presentada en dicho cuadro, se infiere que existe una variación significativa en la ordenación, aunque si tomamos aquellas áreas metropolitanas que a lo largo de los años estudiados se mantuvieron dentro de los primeros 21 lugares, observamos que estas áreas fueron la ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla, León, Torreón, Toluca y Ciudad Juárez, que en general, se caracterizan por ser las de mayor tamaño. Esto quiere decir que hay cierta inercia determinada por el tamaño de las ciudades, aunque existe una elevada variación.

En este artículo no se incluye un análisis de sensibilidad sobre la inclusión o exclusión de ciertas variables (atípicas), ya que esta situación se ha explorado ampliamente en otros trabajos y se ha observado que su presencia no afecta en lo fundamental los resultados.<sup>8</sup> En dicho trabajo se incluye un análisis de sensibilidad y los resultados no varían sustancialmente). De hecho, con el análisis de la variable cambio estructural se esperaba identificar y controlar por casos extremos y, como se observa en los resultados correspondientes, no altera en lo fundamental las estimaciones de la tasa de convergencia. Este análisis de sensibilidad se ratifica con el trabajo de Rosario Cervantes (2002) en el cual se exploró este aspecto con amplitud sin encontrar cambios sustanciales.

Si bien en el análisis de convergencia condicional existen factores, tales como la localización o tamaño de la ciudad, que parecen estar *condicionando* el proceso de convergencia entre las manufacturas urbanas. Para extender el análisis, ante la falta de información sobre

<sup>6</sup> Garza y Rivera (1994) definió las áreas metropolitanas como un conjunto de municipios agrupados.

<sup>7</sup> El producto por trabajador se calculó con base en el valor agregado censal bruto por persona ocupada al 30 de junio de cada año, para cada uno de los años bajo análisis.

<sup>8</sup> Cfr. León Arias, en Fuentes Flores *et al.*



**Cuadro 2**  
**Ciudades seleccionadas con base en producto por trabajador**  
**Ordenación de acuerdo con su nivel de producto por trabajador en cada año 1975-1998**

N. Áreas Metropolitanas	1975	1980	1985	1988	1993	1998
1 México D.F.	11	13	19	12	11	20
2 Guadalajara	20	17	15	15	13	21
3 Monterrey	7	10	7	8	14	16
4 Puebla	14	12	13	22	30	18
5 León	49	47	49	49	43	51
6 Torreón	18	14	24	36	20	29
7 Toluca	6	3	16	3	5	6
8 Cd. Juárez	42	49	43	48	50	47
9 Tijuana	37	40	37	37	48	44
10 San Luis Potosí	30	16	12	9	16	12
11 Tampico	8	59	4	4	6	19
12 Mérida	32	33	35	28	32	40
13 Chihuahua	24	28	40	18	35	28
14 Acapulco	31	29	39	27	21	38
15 Coatzacoalcos	1	57	1	5	1	4
16 Veracruz	10	6	5	17	17	5
17 Cuernavaca	12	8	6	2	3	8
18 Aguascalientes	40	39	41	42	27	23
19 Mexicali	21	25	25	39	36	24
20 Morelia	46	32	45	47	25	48
21 Saltillo	25	21	9	20	18	11
22 Culiacán	15	34	26	29	46	39
23 Hermosillo	22	31	17	14	7	7
24 Querétaro	9	11	8	10	10	9
25 Irapuato	33	42	36	33	45	36
26 Jalapa	50	9	51	26	15	26
27 Durango	38	18	52	55	47	42
28 Celaya	19	27	18	13	12	15
29 Tuxtla	26	52	57	21	60	34
30 Monclova	2	4	3	11	23	3
31 Orizaba	3	5	27	7	4	10
32 Matamoros	41	48	20	34	34	30
33 Reynosa	52	54	11	46	49	37
34 Mazatlán	28	26	22	44	22	17
35 Villahermosa	35	22	14	40	9	2
36 Oaxaca	45	24	46	41	44	57
37 Cajeme	17	15	29	23	29	27
38 Nuevo Laredo	44	51	54	50	38	45
39 Tepic	13	2	33	31	19	22
40 Salamanca	4	60	2	1	2	14
41 Cd. Victoria	59	53	60	59	55	59
42 Zacatecas	54	55	53	58	51	58
43 Uruapan	51	38	28	25	42	43
44 Córdoba	5	20	31	19	39	31
45 Poza Rica	56	1	59	6	8	13
46 Zamora	57	30	23	51	41	33
47 Cuautla	34	37	50	35	28	32
48 Pachuca	43	43	38	30	26	56
49 Guaymas	23	36	21	38	58	54
50 Ensenada	16	7	10	16	24	41
51 Quintana Roo	58	46	48	32	31	46
52 Los Mochis	27	23	34	52	37	35
53 Colima	36	44	32	53	52	55
54 Campeche	53	45	42	56	57	53
55 Tehuacán	48	35	47	45	40	52
56 Tapachula	39	19	55	24	53	25
57 La Paz	29	41	30	43	54	50
58 Valle de Santiago	60	58	56	57	59	60
59 Silao	55	56	58	60	33	1
60 Nogales	47	50	44	54	56	49

**Fuente:** Censos industriales de 1976, 1981, 1986, 1989 y 1998, INEGI.

los factores que parecen estar *condicionando* la convergencia, en esta sección evaluamos si existe convergencia condicional a través de la metodología propuesta por Cermeño (2001) para identificar empíricamente la evidencia a su favor partiendo exclusivamente de la información generada por los datos.

Con el fin de aprovechar la información disponible en los análisis de crecimiento —similares al presentado en la sección anterior—, algunos economistas como Islam (1995) han basado sus observaciones en modelos de panel, en particular, en modelos dinámicos controlados por efectos individuales. Como sería de esperar, en general, los análisis de convergencia condicional muestran tasas mayores a las estimadas en modelos de la absoluta. En muchos casos, esto es tomado como evidencia a favor de la condicional.

Para este caso de estudio hemos construido cinco paneles: 1975-1980, 1980-1985, 1985-1990, 1990-1995, 1995-2000, para los cuales, dado que contamos con información censal sólo para 1975, 1980, 1984, 1988, 1994 y 1998, los datos para *fechas intermedias* se obtuvieron por inter o extrapolación, con el fin de mantenerlos balanceados. Asimismo, se han eliminado los datos referentes a Salamanca y Tampico. Los resultados estimados para las dos ecuaciones, MEI y MDA, se muestran en el Cuadro 3.<sup>9</sup> En éste se presentan los resultados de estimación y las pruebas de hipótesis. Los resultados obtenidos para el parámetro autorregresivo correspondiente a  $Y_{t-5}$  muestran una clara convergencia en la ecuación MCO, aunque una divergencia poco significativa en la ecuación MEI.

El cálculo de la tasa de convergencia que se estimó en el modelo MCO equivale a una tasa de 9.46% anual. En cuanto al parámetro  $\theta$ , relacionado con la tendencia temporal, muestra un valor positivo que contrasta con el obtenido por Cermeño (2001) y que a su vez —con base en los productos *per capita*— mostraba en el nivel estatal una tendencia negativa.

Los resultados de las dos pruebas propuestas favorecen la hipótesis de convergencia condicional en uno de los sentidos antes mencionados. En particular, la prueba  $LM_{BP}$  acepta la hipótesis nula  $H_0: \sigma_\mu = 0$ , esto es, que no hay evidencia por efectos aleatorios, pero de acuerdo con los resultados obtenidos para la prueba  $F$ , la hay de efectos fijos y por tanto, de la convergencia referida.

En cuanto a la confiabilidad de los resultados, Cermeño argumenta que, dada la pequeña dimensión temporal de los datos, existen sesgos de estimación en el parámetro correspondiente a  $Y_{t-5}$ , los cuales necesitan ser corregidos antes de precisar la tasa de convergencia. En particular, el autor propone evaluar los sesgos de estimación vía simulaciones de Montecarlo. En Cervantes (2002) se realizaron dichas simulaciones y se obtuvo el Cuadro 4.

Éste muestra que una vez ajustado el parámetro correspondiente a  $Y_{t-5}$ , la tasa de convergencia se ajusta a 17%, lo cual si bien podría parecer demasiado rápida, habría que tomar en cuenta que, dada la existencia de la condicional, ésta nos indicaría que realmente la productividad de las manufacturas urbanas se encuentra cerca de su nivel en estado

<sup>9</sup> Los resultados presentados a continuación fueron estimados inicialmente en Cervantes (2002) y revisados para este artículo. Asimismo se presentan estimaciones alternativas para diferentes periodos, pero los resultados presentados aquí se mantienen.

**Cuadro 3**  
**Resultados de estimación y pruebas de convergencia con base en los modelos estimados**  
**por los mínimos cuadrados (MCO) y el modelo de efectos individuales (MEI)**

	1975-2000			1975-2000		
	Modelo MCO			Modelo MEI		
	coeficiente	prueba t	valor p	coeficiente	prueba t	valor p
R <sup>2</sup>	0.305387			0.446737		
Error estándar	0.56597			5.505111		
Constante	1.84075 (0.303949)	6.05611	0.00000			
lnY <sub>t-5</sub>	0.62293 (0.055736)	11.1764	0.00000	-0.011572 0.080476	-0.1438	0.8857
λ*	0.094664			n.a.		
Mitad de vida	7.32			n.a.		
Tiempo (θ)	0.009946 (0.0047)	2.11596	0.03520	0.009564 0.004195	2.27982	0.0232
F	64.522939		0.00000	292.3559		0.0000
LM <sub>BP</sub>	0.10640342		0.7507			
F <sub>EF (57, 230)</sub>	2.2864		0.00000			

\* Fue calculada utilizando la fórmula  $\lambda = -\ln(\gamma) / 5$ , dado que las observaciones están espaciadas cinco años aparte.

**Cuadro 4**  
**Tasas de convergencia implícitas y corregidas**

Muestra	Estimados sin corregir		Estimados Corregidos*	
	MDA	MEI	MDA	MEI
AR	0.62293	-0.011572	0.4130801 (.366501, 0.47892)	-97880 (-.02677, .05793)
Tasa de Convergencia	0.094664225		0.176823 (.20075, .14724)	
Mitad de Vida	7.32	n.a.	3.92 (3.45, 4.71)	n.a.

\* Los valores que aparecen entre paréntesis presentan los intervalos de confianza a un nivel de 90% y se construyeron con los valores porcentuales 0.05 y 0.95 de la distribución del parámetro estimado en las simulaciones. Fuente: Cuadro 17, Rosario Cervantes (2002).

estacionario y que la *lenta* convergencia, mostrada en las estimaciones de la absoluta, señala que hay factores de crecimiento o de productividad que no están homogéneamente distribuidos en el espacio geográfico y que por lo tanto limitan el efecto de crecimiento debido a la convergencia. *¿Cuáles serían estos factores de crecimiento?*, es una pregunta que habrá de responderse en futuras investigaciones. Esquivel (1999), identificando el papel de la educación y la migración, explora el tema, así como de León (2002), quien lo hace con la función de la educación y la infraestructura. En cualquier caso, la alta tasa *corregida* de convergencia se encontraría determinada por las diferencias entre los estados estacionarios de cada área urbana.


### Conclusiones

Como resultado de este análisis es claro que, siguiendo la metodología estándar sobre convergencia absoluta, existe una tasa —de esta misma— relativamente lenta de productividad entre las manufacturas urbanas mexicanas. Al concluir que hemos encontrado en el caso

del producto por trabajador entre las manufacturas urbanas de las 60 mayores áreas urbanas del país, la metodología empírica sobre el crecimiento —recurriendo al concepto de convergencia condicional para identificar la relevancia de factores implícitos, incluyendo fallas de mercado que están determinando esa lenta tasa de convergencia— se extiende.

Un resultado relevante de este estudio es que, si bien la metodología *à la* Barro podría no ser estadísticamente robusta para identificar la convergencia condicional, la de Cermeño (2001) permite —utilizando la información contenida en los datos observados— encontrar elementos a favor de su existencia. De hecho se encuentra una tasa de convergencia condicional de 17% que, comparada con la tasa de convergencia absoluta cercana a 2%, localizaría implícitamente la convergencia con diferencias en los estados estacionarios u otras dimensiones de la misma, como podrían ser la institucional o la tecnológica.

A pesar de la relevancia de los resultados de esta investigación, existen limitaciones tales como una depuración en los datos —ya que presenta una gran cantidad de observaciones anómalas y seguramente afectadas por el uso de un índice de precios que no da cuenta de diferencias regionales ni de sesgos por bienes comerciables y no comerciables— y la falta de un estudio de sensibilidad y robustez de los resultados obtenidos.

Con sus limitaciones, considero que el examen desarrollado en este estudio muestra que la investigación que utiliza a las ciudades como unidades de observación ofrece una perspectiva fructífera y novedosa para los análisis económico, así como para los del desarrollo urbano y regional. 





## Bibliografía



- Barro, Robert J., *Determinants of Economic Growth*, Cambridge, MIT Press, 1998.
- y Xavier Sala-i-Martin, *Economic Growth*, Nueva York, McGraw Hill, 1995.
- , “Convergence across states and regions”, *Brookings Papers on Economic Activity*, núm. 1, 1991, pp. 107-158.
- Carrillo Huerta, Mario, “La teoría neoclásica de la convergencia y la realidad del desarrollo regional en México”, *Problemas del Desarrollo*, vol. 32, núm. 127, octubre-diciembre, 2001, pp. 107-134.
- Caselli, F.; G. Esquivel y R. Lefort, “Reopening the Convergence Debate: A new Look at Cross-Country Growth Empirics”, *Journal of Economic Growth*, 1996, pp. 363-389.
- Cass, David, “Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation”, *Review of Economic Studies*, 32, julio, 1965, pp. 335-354.
- Cermeño, Rodolfo, “Decrecimiento y convergencia de los estados mexicanos. Un análisis de panel”, *El Trimestre Económico*, LXVIII (4), octubre-diciembre, 2001, pp. 603-629.
- Cervantes, Rosario, “Un análisis de convergencia de la productividad de las manufacturas urbanas en México: 1975-1998”, Tesis de Maestría en Economía, Universidad de Guadalajara, CUCEA, junio, 2002.
- Fuente, Ángel de la, “Convergence across countries and regions: theory and Empirics”, *Working Paper 2465*, Center for Economic Policy Research, 2000.
- Fuentes Flores, Noé et al., Crecimiento con convergencia o divergencia en las regiones de México: asimetría centro-periferia, Colegio de la Frontera Norte, 2003
- León Arias, Adrian de, “Trade Liberalization and Growth: evidence from Mexican Cities”, en *International Trade Journal* (por publicarse), verano, 2004.
- , “Cambio Regional y productividad en México” en *La internacionalización de la economía jalisciense*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara-UCLA, 1997.
- , “Endogenous growth factors in Mexican manufacturing: An urban perspective”, Mimeo, 1996.
- Esquivel, Gerardo, “Convergencia regional en México, 1940-1995”, *El Trimestre Económico*, vol. LXVI (4), núm. 264, 1996, pp. 725-761.
- Garza, Gustavo y Salvador Rivera, *Dinámica macro-económica de las ciudades mexicanas*, México, INEGI, 1994.
- Islam, N., “Growth empirics: a panel data approach”, *Quarterly Journal of Economics*, 110, 1995, pp. 1127-1170.
- Juan-Ramón, Víctor H. y Luis A. Rivera-Batiz, *Regional Growth in México*, Fondo Monetario Internacional, enero, 1996.
- Knight, R.; N. Loayza y D. Villanueva, “Testing the neoclassical growth model”, *IMF Staff Papers*, 40, 1993, pp. 512-541.
- Koopman, Tjalling C., “On the concept of optimal economic growth”, en *The econometric Approach to Development Planning*, Amsterdam, North Holland, 1965.
- Mallick, Rajiv y Elias G. Carayannis, “Regional economic convergence in Mexico: An analysis by industry”, *Growth and Change*, 25 (3), 1995, pp. 325-334.
- Mayer-Foulkes, David, *Global Divergence* (disponible en <http://papers.ssrn.com/>), 2002.
- Navarrete, Juan, “Convergencia: Un estudio para los estados de la República Mexicana”, *Documento de Trabajo 42*, División de Economía, CIDE, 1995.
- Ramsey, Frank, “A mathematical theory of savings”, *Economic Journal*, 38, diciembre, 1928, pp. 543-559.
- Solow, Robert, “A contribution to the theory of economic growth”, *Quarterly Journal of Economics*, febrero, 1956.
- Ruiz Chapetto, Cresencio, “Desigualdades regionales en México”, *Estudios Demográficos y Urbanos*, 13 (3), 2000, pp. 533-583.
- Temple, Jonathan, “The new growth evidence”, *Journal of Economic Literature*, xxxvii, marzo, 1999, pp. 112-156.