

## PALABRAS CLAVE

Crecimiento económico  
 Convergencia económica  
 Evaluación  
 Análisis económico  
 Macroeconomía  
 Países desarrollados  
 Países en desarrollo  
 América del Norte  
 América Latina  
 Caribe

# Grupos de desempeño económico en los países de América: 1955-2003

*Juan Gabriel Brida, Silvia London y Wiston Adrián Riso*

**E**l objetivo de este trabajo es estudiar la dinámica económica de un grupo de países de América Latina durante el período 1955-2003. Para ello se introduce un concepto alternativo de desempeño económico basado en la noción de regímenes dinámicos. Estos regímenes están definidos por las tasas de crecimiento y los niveles del producto interno bruto (PIB) per cápita. Mediante la introducción de un método no paramétrico de *clusters* se pueden detectar principalmente dos grupos de desempeño cuya evolución es estudiada. Uno de ellos, identificado como el grupo de países con alto desempeño, muestra una estructura relativamente homogénea. Al contrario, el segundo grupo presenta una alta dispersión en sus desempeños, sugiriendo la existencia de *subclusters* y cierta divergencia entre ellos. Además, se advierte que hay movilidad entre los grupos de bajo y alto desempeño, y que la distancia entre *clusters* se incrementa en el tiempo.

Juan Gabriel Brida  
 Profesor, School of Economics and  
 Management - Free University  
 of Bolzano, Italia

✉ [juangabriel.brida@unibz.it](mailto:juangabriel.brida@unibz.it)

Silvia London  
 Profesor Asociado,  
 Universidad Nacional del Sur,  
 Departamento de Economía,  
 Argentina. CONICET

✉ [slondon@uns.edu.ar](mailto:slondon@uns.edu.ar)

Wiston Adrián Riso  
 Asistente de investigación,  
 Departamento de Economía,  
 Universidad de Siena, Italia.

✉ [risso@unisi.it](mailto:risso@unisi.it)

# I

## Introducción

Durante los años ochenta y noventa, uno de los temas de mayor interés dentro de la literatura sobre crecimiento económico ha sido la hipótesis de la convergencia. En el postulado principal de este enfoque, corolario del modelo neoclásico de Ramsey-Solow, se señala que los países pobres experimentan o son potencialmente aptos para experimentar tasas de crecimiento más altas que los países ricos, producto de la libre circulación de tecnología y conocimiento. En numerosos estudios empíricos se avaló dicha hipótesis, en algunos completamente y en otros de forma parcial (Barro y Sala-i-Martin, 1995).

Sin embargo, la gran disparidad observada en las tasas de crecimiento y los marcados incrementos en la desigualdad de ingresos per cápita entre los países a nivel mundial permiten cuestionar la existencia de mecanismos endógenos inexorables que reduzcan las diferencias internacionales (Lucas, 2002). Muy por el contrario, la evidencia empírica marcó tendencias divergentes en el desempeño económico de dichos países. Este hecho, junto con otras fuertes críticas teórico-empíricas al modelo de crecimiento neoclásico, dio lugar a un nuevo campo de investigación dentro de la teoría del crecimiento económico: la teoría del crecimiento endógeno (TCE) (Romer, 1994).

Desde esta nueva perspectiva teórica fue posible encontrar las causas por las cuales diferentes economías, incluso partiendo de condiciones iniciales y parámetros similares, podrían llegar a divergir en su comportamiento agregado. A pesar de este avance, los primeros estudios econométricos realizados no fueron ampliamente satisfactorios, por lo que el grado de explicación alcanzado no difería sustancialmente de los anteriores modelos de crecimiento (Amable y Guellec, 1992; Solow, 1992). Durante más de dos décadas, la TCE continuó sus avances teóricos, centrando su atención en las fuentes endógenas del crecimiento como explicación para las divergencias internacionales (Aghion y Howitt, 1999).

Paralelamente a los avances teóricos y empíricos en la TCE, D. Quah (1996 y 1997) introdujo una novedosa metodología de análisis con la que se identifican *clubs* de convergencia (grupos de países que presentan un desempeño económico similar en el largo plazo) sobre la base de modelar directamente la dinámica de la distribución (sección de corte transversal) de los países. A partir de este trabajo, el autor demuestra que la existencia de convergencia es compatible con ingresos per cápita que permanecen o aumentan en el tiempo. La dinámica de los *clubs* de convergencia y las causas que los provocan, así como la existencia de trampas inexorables de pobreza, se convirtieron en el resultado final (*bottom line*) de la investigación económica (Howitt y Mayer-Foulkes, 2004, entre otros).

La principal diferencia entre los trabajos estándar sobre convergencia económica y el enfoque anterior radica en que mientras en los primeros el análisis se basa en la existencia de un modelo teórico subyacente, el segundo enfoque se concentra en la dinámica misma, independientemente del modelo que sustente tal dinámica.

El trabajo aquí desarrollado se enmarca dentro de esta última línea de investigación. Su objetivo es analizar la dinámica de los *clubs* de convergencia desde la perspectiva del desempeño económico, con el propósito de obtener *clubs* de desempeño. Se introduce el concepto de régimen económico cuyo carácter bidimensional amplía la interpretación del desempeño económico. Para este fin se analizan el comportamiento de las tasas de crecimiento y los niveles de ingreso per cápita para un grupo de países de América Latina, a partir de un método estadístico (no paramétrico) no tradicional: el árbol de expansión mínima y el árbol jerárquico.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección II se presenta una breve discusión sobre el concepto de convergencia y su testeado empírico, en particular para los países de América. En la sección III se describe el método propuesto, mientras que en la sección IV se exponen los resultados. Por último, en la sección V se rescatan las principales conclusiones y las líneas futuras de investigación.

---

□ El presente trabajo ha sido financiado por la Free University of Bolzano (proyecto: "Crecimiento económico, régimen de convergencia y análisis de *clusters*").

## II

### La hipótesis de la convergencia: antecedentes

Una primera aproximación al análisis de la hipótesis de la convergencia proviene de la idea de que los países más pobres deberían crecer —dada la circulación internacional de tecnologías y conocimiento— más rápidamente que los países ricos, de modo que a largo plazo convergerían en el nivel de producto per cápita. Esta idea ya era esbozada por los economistas clásicos como Adam Smith y John Stuart Mill, quienes consideraban que una distribución equitativa era consecuencia natural de la evolución y el progreso económico (De Long, 1997). Desde un punto de vista teórico, el concepto de convergencia toma fuerza a partir de los desarrollos del modelo neoclásico de crecimiento, el cual predice que si todos los países poseen los mismos parámetros en las funciones de producción y utilidad, los países más atrasados crecerán a una tasa superior que los de mayores ingresos, por lo que el ingreso per cápita tiende a igualarse a largo plazo.

La clave de esta predicción se encuentra en la productividad del capital: dado que los países pobres cuentan con un acervo (*stock*) de capital menor que los ricos, su productividad será mayor. Por tal motivo, la inversión física en este contexto será alta, impulsando una tasa de crecimiento elevada. Así, a partir de una única diferencia entre países originada en su nivel inicial de ingreso per cápita y considerando la existencia de rendimientos marginales decrecientes en el factor acumulable (capital), los países pobres tenderán en el largo plazo a igualar a los ricos.

La convergencia presenta matices en su interpretación. Por ello, siguiendo a Barro y Sala-i-Martin (1995), se incorporan al análisis los conceptos de  $\beta$  convergencia y  $\sigma$  convergencia: se dice que existe  $\beta$  convergencia absoluta si los países pobres tienden a crecer más rápido que los ricos, mientras que  $\sigma$  convergencia se da en un grupo de países si la dispersión de sus niveles de PIB real per cápita está disminuyendo. La relación entre ambos conceptos es claramente intuitiva: si los niveles de PIB per cápita están emparejándose a lo largo del tiempo ( $\sigma$  convergencia), esto se debe a que la economía más pobre está creciendo más rápido que la rica ( $\beta$  convergencia). Una condición necesaria para la existencia de  $\sigma$  convergencia es la existencia de  $\beta$  convergencia, mientras que la existencia de esta última tenderá a generar  $\sigma$  convergencia, si bien se plantea como una condición necesaria pero no suficiente para la  $\sigma$  convergencia.

Las críticas al concepto de la convergencia han sido ampliamente discutidas, tanto desde un punto de vista

teórico como empírico (véase Barro y Sala-i-Martin 1995; Lucas 2002; Quah, 1997, entre otros). Sin embargo, es importante destacar que el argumento de que el modelo neoclásico predice convergencia depende del supuesto clave de que la única diferencia entre países viene dada por el capital per cápita inicial. La realidad económica muestra que los países difieren en mucho más que sus dotaciones iniciales y también se diferencian notablemente en otros parámetros clave, como la tecnología, la propensión a ahorrar, las tasas de crecimiento poblacionales, los parámetros institucionales, y otros. Si diferentes economías tienen distintos parámetros tanto de comportamiento como tecnológicos, presentarán diferentes estados estacionarios. Dado que la teoría se refiere a convergencia al estado estacionario ( $\beta$  convergencia condicional), distintos estados estacionarios marcarían diferencias en el comportamiento económico. Este hecho abre un abanico inmenso de posibilidades que echan por tierra las predicciones lineales: es posible encontrar países ricos que estén por debajo de su estado estacionario, creciendo a un ritmo mayor que países pobres que, encontrándose por sobre su estado estacionario, crezcan más lentamente. Manteniendo todos los demás supuestos del modelo neoclásico, el análisis basado en el concepto de estado estacionario dista de ser trivial (Durlauf y Quah, 1999).

Por otra parte, en numerosos estudios empíricos se mostró la inexistencia de la convergencia, presentando en general  $\sigma$  divergencia: la falta de convergencia entre países plantea que el grado de desigualdad no solo no está desapareciendo, sino que por el contrario se incrementa (Ros, 2001).

Sobre la base de este resultado, en el primer lustro de la década de 1990 varios autores replantearon la relación entre la hipótesis de la convergencia y el modelo neoclásico (Barro, 1991; Mankiw, Romer y Weil, 1992; Barro y Sala-i-Martin, 1995; entre otros). Dado que en el modelo neoclásico se predice que la tasa de crecimiento de una economía se relaciona inversamente con su propio estado estacionario (convergencia condicional), solo resulta válido plantear que los países más pobres crecerán más rápido que economías avanzadas solo si todas las economías tienen el mismo estado estacionario. De esta forma habría que hallar un equivalente tanto teórico como empírico a objeto de continuar utilizando el enfoque para el estudio de la convergencia.

Empíricamente se han encontrado dos formas de “condicionar los datos”: limitando el estudio a conjuntos de economía similares, en el supuesto de que poseen el mismo estado estacionario (Barro y Sala-i-Martin, 1995; Barro, 1997), o condicionando los datos a través de regresiones múltiples mediante la introducción de variables adicionales que aproximan al estado estacionario, manteniéndolo constante (Mankiw, Romer y Weil, 1992). Sobre la base de este nuevo método empírico, en los trabajos mencionados se encuentran, para determinados conjuntos de países,  $\beta$  y  $\sigma$  convergencia condicional.

Para el caso específico de América y América Latina, los estudios realizados a partir de regresiones de corte transversal han sido extremadamente sensibles a las variables utilizadas: Helliwell y Chung (1992) y Utrera (1999), por ejemplo, encuentran  $\beta$  convergencia condicional para una veintena de países de América Latina, mientras que Dobson y Ramlogan (2002) encuentran  $\beta$  divergencia absoluta y condicional al incorporar, para el mismo grupo de países, la composición sectorial y una variable ficticia (*dummy*) para los países exportadores de petróleo. Los mismos resultados contradictorios se encuentran en trabajos en que se utilizan técnicas de pruebas de raíces unitarias con datos de panel (Dobson, Goddard y Ramlogan, 2003; Cáceres y Núñez Sandoval, 1999; Utrera, 1999, entre otros). Este último autor realiza un análisis de convergencia para 20 países latinoamericanos, entre 1950 y 1990, encontrando  $\beta$  convergencia condicional a partir de una regresión de corte transversal,  $\beta$  divergencia con pruebas de raíces unitarias y  $\beta$  divergencia con dinámicas de la distribución (a la Quah).

Sin embargo, el punto principal a la hora de analizar el desempeño relativo de países pobres y ricos no debería plantearse como una validación o invalidación del modelo neoclásico, sino como la búsqueda de una explicación económica acerca de las causas de la desigual distribución del ingreso mundial. De esta forma, concentrar el análisis en la discusión de un determinado modelo (en muchos casos, pobremente interpretado) no parecería ser el camino adecuado para el propósito descrito. Esta observación ya se encuentra presente en Durlauf y Quah (1999), quienes presentan una revisión bibliográfica exhaustiva respecto de las técnicas empíricas para el análisis de la convergencia.

En esta discusión, el papel clave del concepto de estado estacionario impone una limitación al análisis. Sin embargo, a diferencia del caso anterior, es posible desarrollar un método de análisis empírico en que se prescindiera de un modelo específico subyacente.

Tal como se mencionó en la Introducción, el primer aporte en esta dirección fue realizado por D. Quah (1993). Este autor enfoca sus trabajos en el aspecto instrumental del análisis empírico de la convergencia y plantea como crítica

principal que los tests de convergencia están afectados de la Falacia de Galton de reversión a la media.<sup>1</sup>

En esos tests se señala que la reversión a la media interpretada junto con la noción de convergencia podría describir el hecho (planteado teóricamente) de que los países de mayores niveles de producto tiendan a presentar menores tasas de crecimiento. Sin embargo, y como parte de la crítica al análisis convencional de la convergencia, Quah muestra que un coeficiente negativo en una regresión de sección transversal sobre los niveles iniciales de producto resulta perfectamente consistente con la ausencia de convergencia. Como consecuencia, este autor propone una forma alternativa de evaluar la presencia de convergencia, que consiste en examinar directamente la evolución en el tiempo de las distribuciones de sección cruzada del producto por trabajador (Quah, 1996). Sobre la base de sus investigaciones, este autor concluye que al tiempo que la brecha entre los países pobres y ricos se amplió en el período considerado, la clase media presentó una tendencia al empobrecimiento (hipótesis de los dos picos: *twin-peak hypothesis*).

Además, Quah considera que es altamente probable que en los ingresos de las economías existan tendencias estocásticas que aseguran que el proceso de estimación del coeficiente de convergencia sea uniforme y, por lo tanto, no provenga de una verdadera convergencia. Otro punto, aun más general, es que las estimaciones de convergencia no tienen en cuenta aspectos de la dinámica de las economías en su transición a los estados de equilibrio. La ausencia de estos aspectos dinámicos puede conducir a conclusiones erróneas sobre la presencia de un fenómeno en que las economías tienden a un estado estacionario (Moncayo, 2004).

La importancia de la dinámica en este tipo de análisis es vital. Así, y en función de lo expuesto en este apartado, en la siguiente sección se presentará un método estadístico-descriptivo sobre desempeño y *clubs* de desempeño basado en la dinámica de comportamiento de los distintos países, que permite establecer convergencia o divergencia entre grupos y subgrupos de economías sin imponer *ex ante* condicionamientos en los datos.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Esta falacia se conoce así a raíz de la investigación realizada por Francis Galton en 1885, titulada “Regression Toward Mediocrity in Hereditary Stature”, en la que este autor notó que los hijos de padres altos “regresaban a la (talla) media”, pues en promedio estas personas resultaban con una estatura menor a la de los propios padres.

<sup>2</sup> En los modelos econométricos o multivariados estándar sobre convergencia se analiza este fenómeno bajo el supuesto de la existencia de un determinado estado estacionario, y se incorpora un grupo de variables que describen la economía con el propósito de validar o invalidar el modelo subyacente. De esta forma, se “condicionan los datos” a una idea preexistente de estado estacionario. En nuestro modelo, si bien trabajamos con dos tipos de variables: PIB y su tasa de crecimiento, no se presupone un modelo, siendo el agrupamiento de datos un proceso meramente estadístico.

### III

## Convergencia en dinámicas de regímenes

En esta sección se propone una nueva manera de definir la convergencia, considerando dinámicas en términos de regímenes que dan una descripción cualitativa de la evolución de las economías (Brida, 2008). En este caso, el espacio de estados está definido sobre la base de las variables PIB per cápita y su respectiva tasa de crecimiento, variables clásicas en las teorías de crecimiento económico. Nótese, como rasgo distintivo del método aquí presentado, que se realiza un “análisis multidimensional” a diferencia de la mayoría de los estudios descritos en la sección anterior.

En el presente estudio se definen cuatro regímenes sobre la base de las dinámicas observadas. En particular, los regímenes están representados por la división del espacio a partir de dos valores umbrales, que son considerados como las medias del PIB per cápita y de su tasa de crecimiento para todos los países y todo el período de muestreo.<sup>3</sup> Si dichos valores son  $m_y$  y  $m_g$ , entonces nuestros regímenes están representados por los siguientes subconjuntos del espacio de estados:

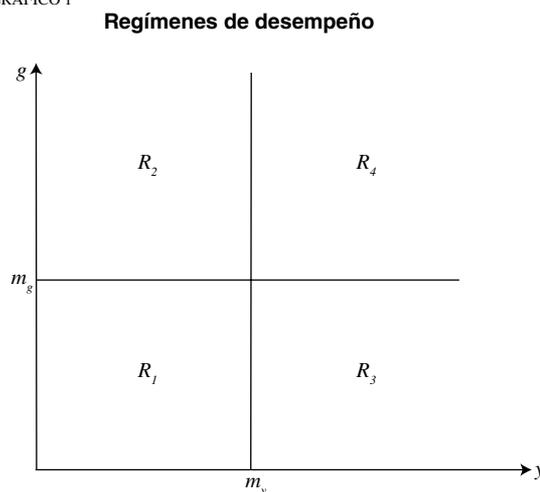
$$R_1 = \{(y, g_y): y < m_y, g_y < m_g\}, R_2 = \{(y, g_y): y < m_y, g_y > m_g\}, R_3 = \{(y, g_y): y > m_y, g_y < m_g\}, R_4 = \{(y, g_y): y > m_y, g_y > m_g\}$$

donde, por ejemplo,  $R_1$  es el régimen de bajos niveles de PIB y bajos niveles de crecimiento en que un país que ocupe ese período se consideraría como pobre y de magro crecimiento. Los restantes regímenes admiten interpretaciones similares. En el gráfico 1 se muestra la grilla que caracteriza a los cuatro regímenes.

En este punto podemos olvidar los valores precisos de nivel de ingreso (PIB) y su tasa de crecimiento, y describir la evolución de una economía a partir de los cambios de regímenes efectuados a lo largo de su historia. Esto nos da una descripción gruesa de la dinámica, ya que solamente dice qué régimen ocupaba una economía en un determinado momento del tiempo.

<sup>3</sup> En este trabajo se ha considerado una división en regímenes basada en valores umbrales de ambas variables, calculados a partir de las observaciones. Este es un ejemplo de partición endógena, es decir, relacionada con una propiedad de los datos (y, por lo tanto, varía con el conjunto de observaciones). Una partición exógena está predeterminada, no depende del conjunto de datos y muchas veces es inducida por una teoría económica que describe el proceso que se está analizando (Brida y Punzo, 2003).

GRÁFICO 1



Fuente: elaboración propia.

Esta dinámica puede ser descrita en términos de series temporales simbólicas de la siguiente manera: a partir de los valores del régimen de cada país y año se construye una serie temporal, con lo que se tiene una matriz de  $N \times T$  de datos ( $N$  países y  $T$  períodos), donde se ubica cada valor del régimen  $R_{n,t}$ . El análisis de las dinámicas de regímenes de cada país se puede realizar con técnicas como las utilizadas en Brida, Puchet y Punzo (2003); Brida y Garrido (2006) y Accinelli y Brida (2007). En el cuadro 1 se pueden observar las siguientes características:

- i) El Canadá y los Estados Unidos son los países que más tiempo permanecen en el régimen 4, aproximadamente un 66% de las veces, transitando en el resto de los períodos solo el régimen 3 en forma pasajera.
- ii) Por otra parte, se puede mencionar el caso opuesto de países como Haití y Honduras que permanecen más tiempo en el régimen 1 (más del 60% de las veces), transitando el resto de los períodos en el régimen 2. Aquí surgiría la pregunta de cómo un país como Haití, que cerca del 66% de las veces está en una región de bajo PIB y bajas tasas de crecimiento, podría converger con un país como los Estados Unidos, que en cambio está el 66% de las veces en un régimen de elevado PIB y altas tasas de crecimiento.

CUADRO 1

**América (25 países): porcentaje de visitas a cada régimen**

País	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
CAN	0,00	0,00	33,96	66,04
USA	0,00	0,00	33,96	66,04
TTO	5,66	5,66	26,42	62,26
PRI	1,89	28,30	16,98	52,83
ARG	1,89	5,66	45,28	47,17
VEN	0,00	0,00	54,72	45,28
CHL	22,64	28,30	7,55	41,51
URY	18,87	9,43	35,85	35,85
MEX	11,32	33,96	24,53	30,19
PAN	18,87	47,17	20,75	13,21
BRA	20,75	50,94	16,98	11,32
CRI	26,42	52,83	9,43	11,32
COL	39,62	49,06	5,66	5,66
DOM	30,19	69,81	0,00	0,00
PER	41,51	58,49	0,00	0,00
ECU	47,17	52,83	0,00	0,00
BOL	49,06	50,94	0,00	0,00
CUB	49,06	50,94	0,00	0,00
JAM	52,83	47,17	0,00	0,00
SLV	54,72	45,28	0,00	0,00
GTM	54,72	45,28	0,00	0,00
NIC	54,72	45,28	0,00	0,00
PRY	54,72	45,28	0,00	0,00
HND	62,26	37,74	0,00	0,00
HTI	66,04	33,96	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos consignados en el Apéndice.

CAN: Canadá. USA: Estados Unidos. TTO: Trinidad y Tabago. PRI: Puerto Rico. ARG: Argentina. VEN: República Bolivariana de Venezuela. CHL: Chile. URY: Uruguay. MEX: México. PAN: Panamá. BRA: Brasil. CRI: Costa Rica. COL: Colombia. DOM: República Dominicana. PER: Perú. ECU: Ecuador. BOL: Estado Plurinacional de Bolivia. CUB: Cuba. SLV: El Salvador. GTM: Guatemala. JAM: Jamaica. NIC: Nicaragua. PRY: Paraguay. HND: Honduras. HTI: Haití.

iii) Otros países, en cambio, parecen haber pasado de regímenes de bajo desempeño a otros de alto desempeño. La Argentina, por ejemplo, en los primeros años transitaba los regímenes 1 y 2, para luego pasar a transitar los 3 y 4. Lo mismo sucede con México, que en los primeros 24 años ha estado en los regímenes 1 y 2 y luego pasa a los 3 y 4.

De todas formas, para comparar la evolución en el tiempo de las distintas dinámicas que han seguido los países americanos se necesita alguna noción de cercanías de estas evoluciones. Se pueden definir diferentes nociones de distancia en el espacio de las sucesiones simbólicas (véanse Brida y Punzo, 2003; y Brida, 2006).

En este ejercicio usaremos una distancia  $d$ , que tiene en cuenta las coincidencias de regímenes de dos países distintos y además las pondera. Esto es, si en

el momento  $t$  dos países se encuentran en el mismo régimen, esto aporta un 0 en el lugar  $t$  a la suma total, mientras que si se encuentran en regímenes distintos, esto aporta un valor positivo  $p$  en el lugar  $t$  de la suma. El número  $p$  puede ser 1, 2 o 3, dependiendo de cuán lejos están los regímenes ocupados por los dos países. Esta métrica está definida por la ecuación (1).

$$d(i, j) = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{t=T} (S_{it} - S_{jt})^2}{T}} \quad (1)$$

donde  $S_{it}$  y  $S_{jt}$  es el régimen en que se encuentran los países  $i$  y  $j$  en el momento  $t$ , respectivamente; mientras que  $T$  es el período de estudio.

Sobre la base de esta métrica los países se pueden reagrupar mediante una técnica de *clusterización*. Dada la distancia definida, se construye el árbol de expansión mínima conectando los países de la muestra mediante el algoritmo de Kruskal.<sup>4</sup> La idea básica consiste en elegir sucesivamente las aristas de mínimo peso. Si la muestra tiene  $n$  series temporales, el algoritmo estriba en los siguientes pasos:

- i) Iniciar el árbol de expansión mínima (MST por su sigla en inglés, de aquí en adelante) con  $n$  nodos y sin arcos  $MST^5 = (\{1, 2, \dots, n\}, \emptyset)$ .
- ii) Crear una lista  $L$  de arcos en orden ascendente de peso (en este caso, las distancias entre las series temporales). Los arcos con el mismo peso son ordenados arbitrariamente.
- iii) Seleccionar el arco  $(i, j)$  que esté al comienzo de  $L$ . Se transfiere a  $T$  y se borra de  $L$ .
- iv) Si  $L$  es no vacío, volver al paso 3; de lo contrario, se termina el proceso.

En el cuadro 2 se muestra la lista  $T$  de las distancias relevantes luego de aplicar el algoritmo en el caso de este problema.<sup>6</sup>

<sup>4</sup> El algoritmo de Kruskal es un algoritmo de la teoría de grafos para encontrar un árbol de expansión mínima en un grafo conectado y ponderado. Es decir, se busca un subconjunto de aristas que, formando un árbol, incluyen a todos los vértices y donde el valor total de todas las aristas del árbol es el mínimo. Este algoritmo fue publicado por primera vez en 1956 y fue escrito por Joseph Kruskal (Kruskal, 1956).

<sup>5</sup> Gráficamente, los arcos están representados por las líneas que unen los nodos o vértices en el MST.

<sup>6</sup> El total de distancias obtenidas es de 46, incluidas las distancias de un país con respecto a sí mismo; sin embargo, las distancias relevantes para los 8 países son 7.

CUADRO 2

## América: conexiones más relevantes entre países

Conexión	País i	País j	Distancia	Conexión	País i	País j	Distancia
1	CAN	USA	0,3885	13	VEN	CAN	0,7137
2	GTM	PRY	0,514	14	ARG	TTO	0,7524
3	HTI	GTM	0,5494	15	BRA	CRI	0,8578
4	SLV	GTM	0,5828	16	COL	BOL	0,8687
5	NIC	SLV	0,5828	17	ARG	VEN	0,8687
6	HND	SLV	0,5828	18	CRI	COL	0,9007
7	ECU	PRY	0,528	19	MEX	URY	0,9316
8	DOM	NIC	0,5987	20	PAN	CRI	0,9517
9	CUB	SLV	0,5987	21	PRI	MEX	0,981
10	BOL	SLV	0,5987	22	PRI	ARG	1,0187
11	PER	DOM	0,6143	23	CHL	PRI	1,1159
12	JAM	HND	0,6295	24	CHL	BRA	1,1655

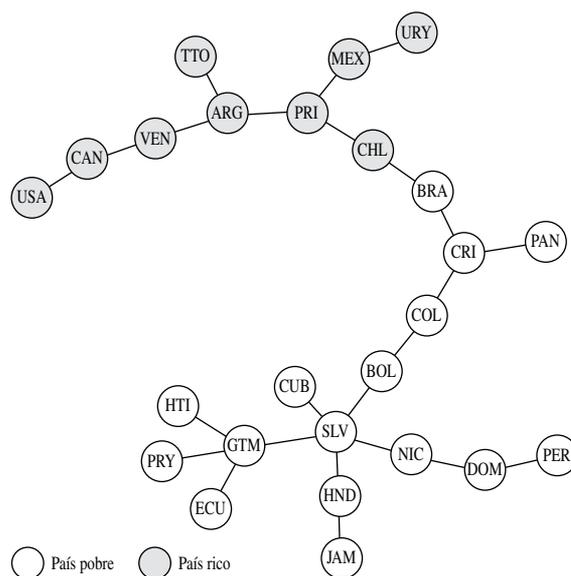
Fuente: elaboración propia.

URY: Uruguay. TTO: Trinidad y Tabago. MEX: México. USA: Estados Unidos. CAN: Canadá. VEN: República Bolivariana de Venezuela. ARG: Argentina. PRI: Puerto Rico. CHL: Chile. BRA: Brasil. CRI: Costa Rica. PAN: Panamá. COL: Colombia. BOL: Estado Plurinacional de Bolivia. HTI: Haití. CUB: Cuba. PRY: Paraguay. GTM: Guatemala. SLV: El Salvador. NIC: Nicaragua. DOM: República Dominicana. PER: Perú. ECU: Ecuador. HND: Honduras. JAM: Jamaica.

El procedimiento para construir gráficamente el árbol de expansión mínima es el siguiente. En el cuadro 2 se aprecia que la distancia menor corresponde a  $d(CAN, USA)=0,3885$ , entonces se conecta el Canadá (CAN) con los Estados Unidos (USA) en un grupo, luego se continúa con la segunda menor distancia que corresponde a  $d(GTM, PRY)=0,5140$  conectando a Guatemala (GTM) con el Paraguay (PRY) en otro grupo; posteriormente se toma la tercera menor distancia  $d(HTI, GTM)=0,5494$ , que conectará a Haití (HTI) con el grupo de Guatemala y el Paraguay. El proceso sigue hasta tener a todos los países conectados en un árbol, como se advierte en el gráfico 2. Nótese que de esta manera los arcos del árbol de expansión mínima representan las conexiones entre los países y su longitud es la distancia entre los países conectados. Para obtener una gráfica de mejor visualización, las líneas en el gráfico 2 no están ponderadas por las distancias, las que sí se pueden observar en el árbol jerárquico del gráfico 3.

Tenemos entonces que el árbol de expansión mínima (MST) se construye progresivamente relacionando a todos los países de la muestra en un grafo caracterizado por la mínima distancia entre las series temporales, empezando por la distancia más corta. El atractivo principal de este árbol es que ofrece un arreglo de los países en que se seleccionan las conexiones más relevantes de cada elemento de la muestra. Dos vértices cualesquiera del MST se pueden conectar directamente o a través de uno o más vértices. En cualquier caso, las conexiones representan los caminos de mínima

GRÁFICO 2

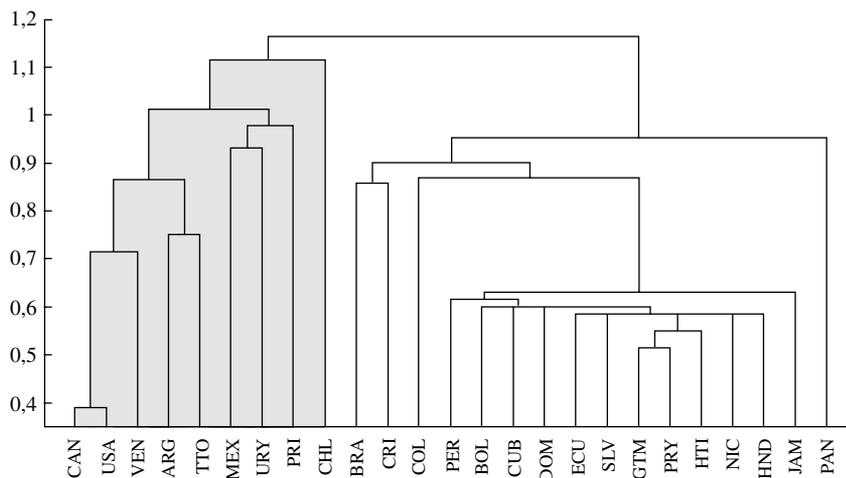
Árbol de expansión mínima para los países americanos  
(No ponderado)

Fuente: elaboración propia.

URY: Uruguay. TTO: Trinidad y Tabago. MEX: México. USA: Estados Unidos. CAN: Canadá. VEN: República Bolivariana de Venezuela. ARG: Argentina. PRI: Puerto Rico. CHL: Chile. BRA: Brasil. CRI: Costa Rica. PAN: Panamá. COL: Colombia. BOL: Estado Plurinacional de Bolivia. HTI: Haití. CUB: Cuba. PRY: Paraguay. GTM: Guatemala. SLV: El Salvador. NIC: Nicaragua. DOM: República Dominicana. PER: Perú. ECU: Ecuador. HND: Honduras. JAM: Jamaica.

GRÁFICO 3

**Árbol jerárquico para los 25 países americanos**  
(Gris = países "ricos", blanco = países "pobres")



Fuente: elaboración propia.

CAN: Canadá. USA: Estados Unidos. VEN: República Bolivariana de Venezuela. ARG: Argentina. TTO: Trinidad y Tabago. MEX: México. URY: Uruguay. PRI: Puerto Rico. CHL: Chile. BRA: Brasil. CRI: Costa Rica. COL: Colombia. PER: Perú. BOL: Estado Plurinacional de Bolivia. CUB: Cuba. DOM: República Dominicana. ECU: Ecuador. SLV: El Salvador. GTM: Guatemala. PRY: Paraguay. HTI: Haití. NIC: Nicaragua. HND: Honduras. JAM: Jamaica. PAN: Panamá.

distancia entre estos. Así, el MST permite evidenciar la eventual formación de *clusters* y denotar los países más conectados con el resto, así como los más aislados en su dinámica, estableciendo una topología entre sus dinámicas de crecimiento. Este mismo procedimiento, posibilita construir —a partir del MST— la distancia ultramétrica (véase Mantegna, 1999) que se puede utilizar para estudiar el grado de organización jerárquica de los vértices del grafo; por ejemplo: de los países de la muestra. La distancia ultramétrica  $d^<(i,j)$  entre  $i$  y  $j$  es el máximo de las distancias  $d(k,l)$  (es decir, las distancias que están representadas por los arcos o líneas en el MST) desde el nodo (o vértice)  $i$  al nodo  $j$  a través de la trayectoria más breve que conecta el vértice  $i$  con el  $j$  en el MST.<sup>7</sup> Esto es, a partir del MST, la distancia  $d^<(i,j)$  entre  $i$  y  $j$  está dada por

$$d^<(i, j) = \text{Max} \{ d_0(w_i; w_{i+1}); 1 \leq i \leq n-1 \}$$

donde  $\{(w_1; w_2), (w_2; w_3), \dots, (w_{n-1}; w_n)\}$  denota la única trayectoria mínima en el MST que conecta  $i$  y  $j$ , donde  $w_1=i$  y  $w_n=j$  (véase Ramal, Toulouse y Virasoro, 1986). Esta fórmula permite calcular el valor de  $d^<(i,j)$  para cada pareja de países. El MST posibilita construir el árbol jerárquico (HT, por su sigla en inglés) a partir de las distancias ultramétricas. Por ejemplo, si se quiere ver cuál es la distancia ultramétrica entre los Estados Unidos y Panamá se tendrán que observar todas las distancias que están en el camino desde los Estados Unidos hasta Panamá; en el gráfico 2 se obtiene que el camino está compuesto por el conjunto que se muestra en la siguiente expresión:

$$\left\{ \begin{array}{l} (USA, CAN); (CAN, VEN); (VEN, ARG); (ARG, PR); \\ (PR, CHL); (CHL, BRA); (BRA, CRI); (CRI, PAN) \end{array} \right\}$$

De aquí se observa que la máxima distancia corresponde a  $d(\text{CHL}, \text{BRA})=1,1655$ , y esta será  $d^<(\text{USA}, \text{PAN})=1,1655$ . En el gráfico 3 se aprecia el árbol jerárquico para el período completo.

<sup>7</sup> Si tenemos dos puntos  $i$  y  $j$  que están unidos por  $l(i-j-l)$ , la distancia ultramétrica verifica la condición siguiente, más restrictiva que la desigualdad triangular:  $d^<(i,j)=\max\{d^<(i,l), d^<(l,j)\}$ , es decir, será el máximo entre las dos distancias que unen a  $i$  y  $l$  pasando por  $j$ .

## IV

### Análisis de los resultados

En el árbol jerárquico se observan dos *clusters* bien diferenciados, que en los gráficos 2 y 3 se distinguen mediante los colores gris y blanco, respectivamente.<sup>8</sup> El *cluster* “gris” está compuesto por el Canadá, los Estados Unidos, República Bolivariana de Venezuela, la Argentina, Trinidad y Tabago, México, el Uruguay, Puerto Rico y Chile. Una primera interpretación de los países de este grupo es que se trata de aquellos que han tenido un mejor desempeño histórico, de allí que abusando del lenguaje los llamaremos países “ricos”. Nótese que, de todos modos, dentro de este *cluster* podemos distinguir dos *subclusters*, de los cuales uno está formado por el Canadá y los Estados Unidos, países que presentan la menor distancia en la muestra. Estos serían sin duda los países de mejor desempeño, ya que son los únicos que han estado más del 60% de las veces en el régimen 4, de elevado PIB per cápita y alto crecimiento, y nunca estuvieron en regímenes de bajo PIB (regímenes 1 y 2).

El *cluster* “blanco” (países “pobres”) está formado por el Brasil, Costa Rica, Panamá, Colombia, Estado Plurinacional de Bolivia, El Salvador, Honduras, Jamaica, Cuba, Haití, Guatemala, el Paraguay, el Ecuador, Nicaragua, la República Dominicana y el Perú. Dentro de este *cluster* también es posible distinguir algunas diferencias entre los países que lo componen. Se puede observar un subgrupo compacto de países que distan muy poco entre ellos, formado por Panamá, Estado Plurinacional de Bolivia, El Salvador, Honduras, Jamaica, Cuba, Haití, Guatemala, el Paraguay, el Ecuador, Nicaragua, la República Dominicana y el Perú. Estos son los países que han presentado el peor desempeño histórico dentro del grupo de países “pobres”. Por otra parte, el Brasil, Costa Rica y Colombia aparecen distanciados de este subgrupo, pero no lo suficiente como para estar dentro del *cluster* “gris” o formar otro *cluster*; de todos modos se podrían considerar como un *subcluster* del “blanco”. En las historias económicas del Brasil, Colombia y Costa Rica resalta que estos países se encuentran en una situación intermedia entre los aquí definidos como países “pobres” y los “ricos”, de allí que se encuentren

claramente más alejados (en términos de distancias) de los otros miembros de su propio grupo.

Por lo tanto, si bien en los resultados se aprecian dos grupos bien diferenciados, hecho que se visualiza en un primer análisis superficial con una simple observación del cuadro 2, las dinámicas dentro de los grupos no son homogéneas, por lo que un examen pormenorizado de la evolución de los grupos o *clusters* construidos permitirá obtener un análisis con mayor grado de detalle.

#### Evolución de los grupos

Dado lo anterior y sobre la base de la construcción de *clusters* efectuada, interesa estudiar cómo ha sido su evolución, si ha habido países que han cambiado de *cluster* o si estos se han mantenido en el tiempo. Además, si hay países que se han mantenido en los mismos grupos, se desea investigar si se han acercado o alejado entre ellos. Este análisis puede realizarse tomando una ventana temporal móvil en el período de tiempo que consideramos. Esto es, se toma una ventana de longitud  $v < T$  y se consideran todos los subperíodos de duración  $v$  comprendidos en el arco temporal de análisis. Luego se repite la técnica anterior, construyendo los respectivos árboles e identificando grupos en ellos. Esto permite obtener una evolución de los *clusters*.<sup>9</sup> En el ejercicio se obtuvieron los árboles para ventanas de longitud 5, 10, 20, y 30 años.

Para estudiar si los países de un grupo se acercan o alejan a lo largo del tiempo, se necesita una medida de distancia global. Siguiendo la metodología que propone Onnela (2002), esta medida se puede obtener al sumar todas las distancias del árbol. Esto representa el diámetro del grupo. En el gráfico 4 se representa la evolución de la distancia entre todos los países americanos para ventanas de 5, 10, 20, y 30 años.

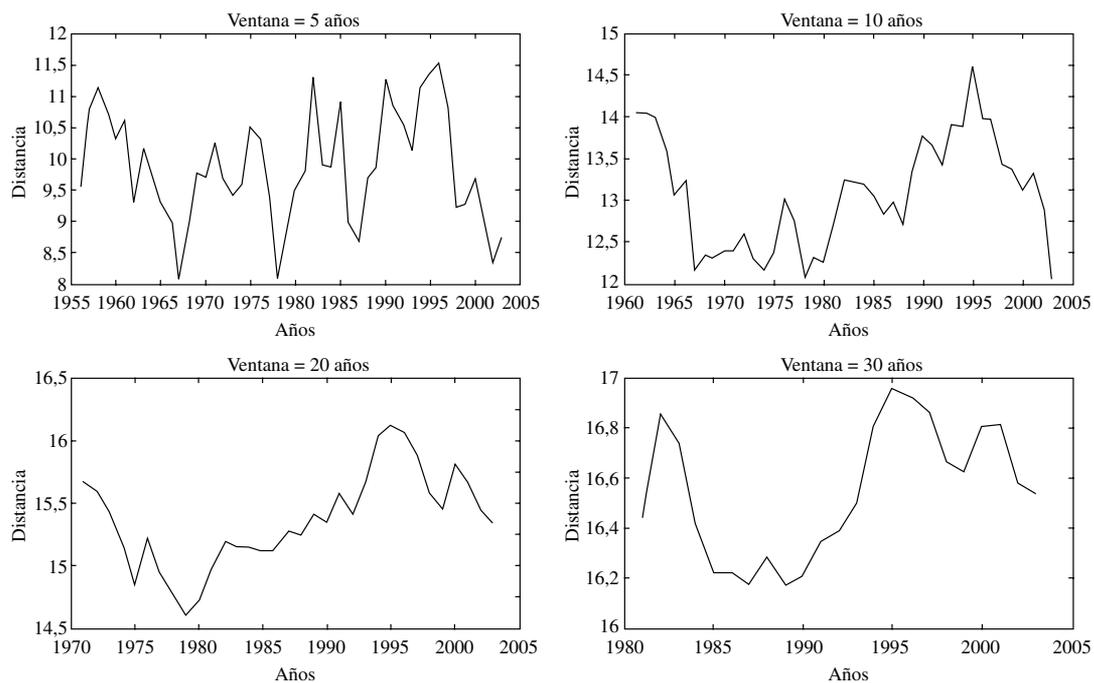
En el gráfico 5 se aplica la técnica de las ventanas para el grupo “gris”. Nótese que la distancia entre los nueve países definidos como “ricos” decrece a lo largo del tiempo, lo que podría interpretarse como una convergencia entre ellos a una dinámica común.

<sup>8</sup> Cabe hacer notar que, luego de formar los *clusters*, se cumple que la distancia entre países en el interior de un mismo *cluster* es menor que la distancia existente entre *clusters*.

<sup>9</sup> En este trabajo no se incluyen los cuadros y árboles obtenidos debido a una cuestión de espacio.

GRÁFICO 4

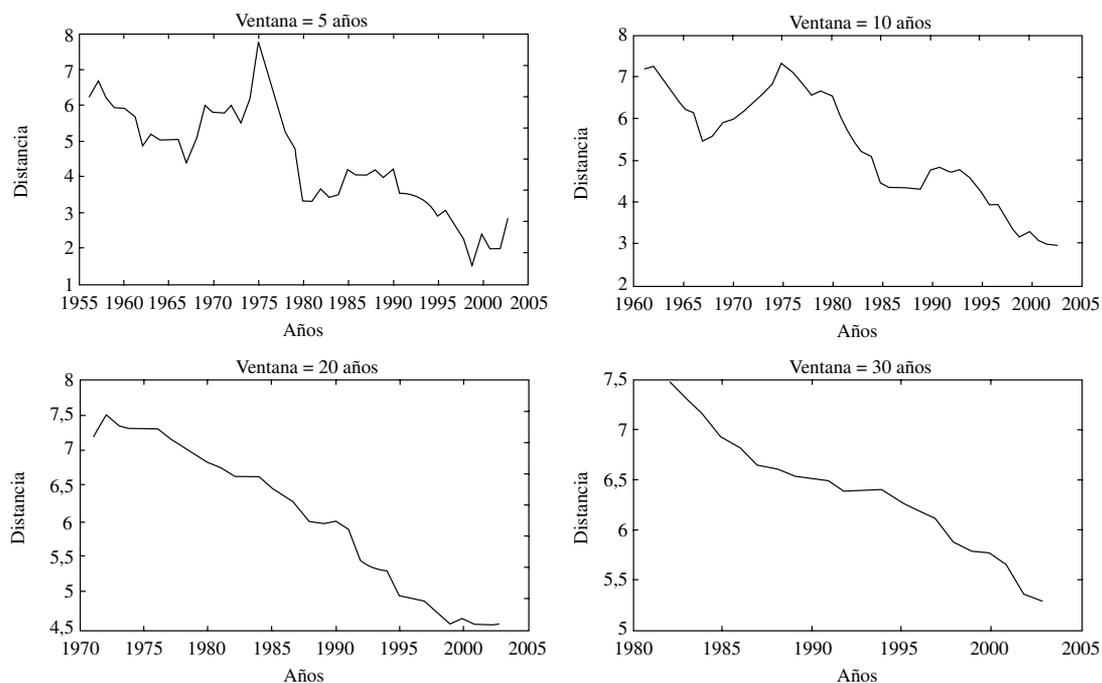
## Evolución de la distancia global entre los países americanos



Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 5

## Evolución de la distancia entre los nueve países americanos más ricos



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, en el gráfico 6 se aprecia la evolución de la distancia global para los 16 países “pobres”; como se observa, estos países presentan una distancia que ha crecido en el tiempo. Este hecho puede ser interpretado como un incremento en la heterogeneidad del grupo, destacándose algunos países cuyo desempeño (*performance*) plantea una mejora relativa para los últimos períodos.

Finalmente, en el gráfico 7 se intenta mostrar qué es lo que ha sucedido entre un país promedio del grupo “rico” y uno del grupo “pobre”. Una primera observación parece sugerir que los países “pobres” en promedio se han ido alejando de los “ricos”.

Los resultados obtenidos parecerían convalidar los trabajos de Quah (1993, 1997), quien encuentra, a partir de su análisis “matrices de movilidad”, que existe una cierta convergencia entre países “pobres” y entre países “ricos”, mientras que la probabilidad de converger hacia uno u otro de los estados es más equitativa para grupos de ingresos medios. Estos estudios derivaron en la conocida “hipótesis de los dos picos”, para la que existe en el largo plazo una tendencia a la conformación de *clubs* de convergencia.

Sin embargo, hay una diferencia clave en el análisis aquí propuesto, en el que el concepto de convergencia es más amplio: la convergencia encontrada se relaciona no

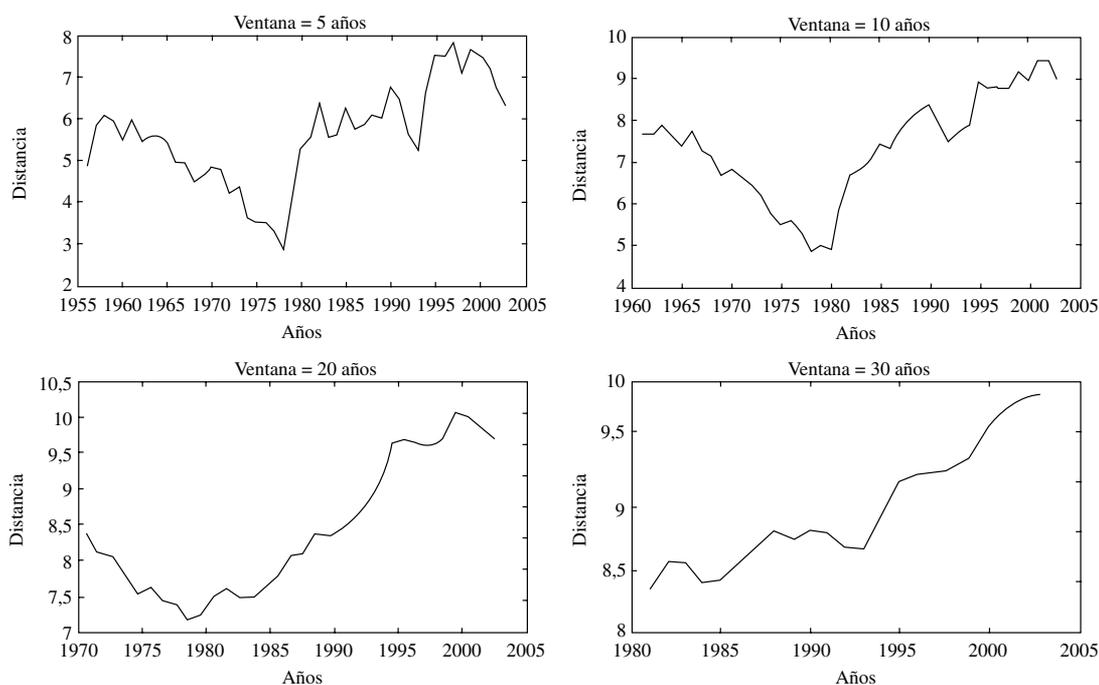
solo con el nivel de PIB alcanzado, sino con el desempeño general de los países durante todo el período de análisis, por lo que hablamos de *clubs* de desempeño.

Para dar mayor robustez al resultado del análisis aquí realizado y remarcar las diferencias con el estudio tradicional de la convergencia, se generaron 20.000 simulaciones de Monte Carlo a 51 años de países “pobres” y “ricos”. La función que se obtiene de dichas simulaciones es una distribución de probabilidad simulada para distancias constantes entre dos países. En particular, se puede seleccionar un intervalo de confianza al 5% y 95%; de esta forma, si dos países se alejan (acercan), pero permanecen en el intervalo de confianza, se podrá decir que tal distanciamiento (acercamiento) no fue significativo y por tanto se puede considerar que sus distancias se mantuvieron constantes.

La función de distribución de probabilidad simulada para distancias promedio entre el país “rico” y el país “pobre”, que se obtiene a partir de la simulación, permite entonces analizar si estos se acercan o alejan. En el gráfico 7 se presentan en líneas punteadas los intervalos de confianza al 5% y 95%. Nótese que en los años noventa las distancias salen de los intervalos de confianza, marcando un significativo distanciamiento.

GRÁFICO 6

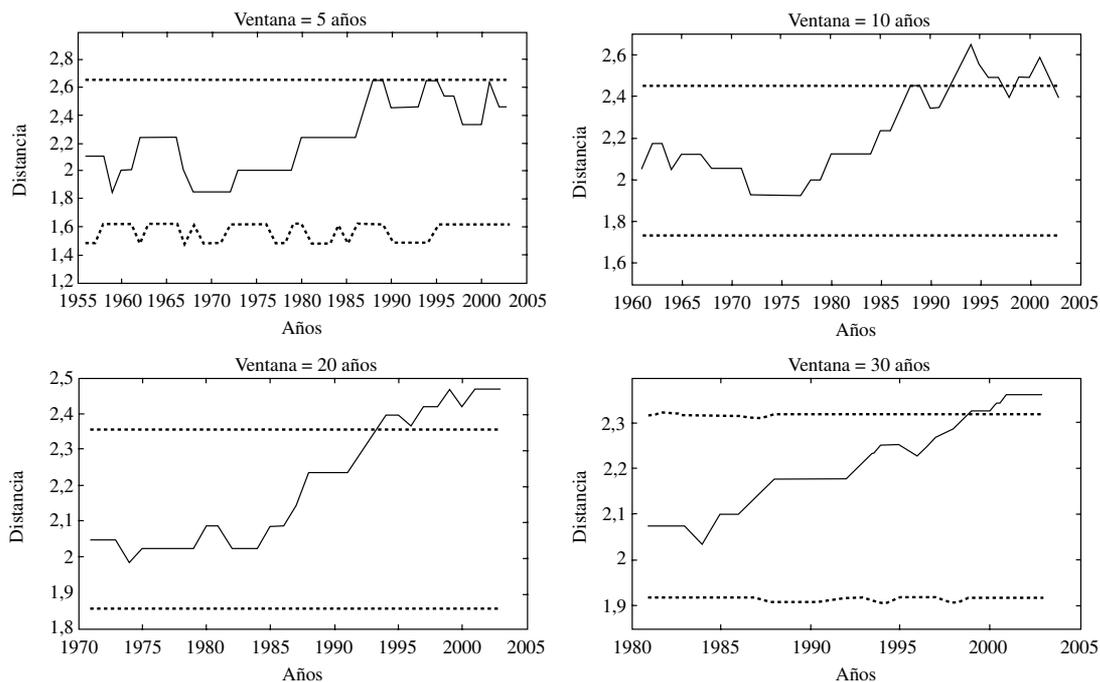
## Evolución de la distancia entre los 16 países americanos más pobres



Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 7

**Evolución de la distancia entre un país “pobre” promedio  
y un país “rico” promedio**



Fuente: elaboración propia.

En este último análisis se muestra claramente que después de la crisis de la deuda (en los años ochenta) los países realizaron ajustes diferenciales en sus políticas macroeconómicas, produciendo una suerte de divergencia temporaria en el *desempeño*. En el análisis dinámico, estas diferencias podrían marcar el surgimiento (o desaparición) de nuevos *clusters*. Entonces, en la simulación se confirman los resultados del análisis inicial para los países promedio.

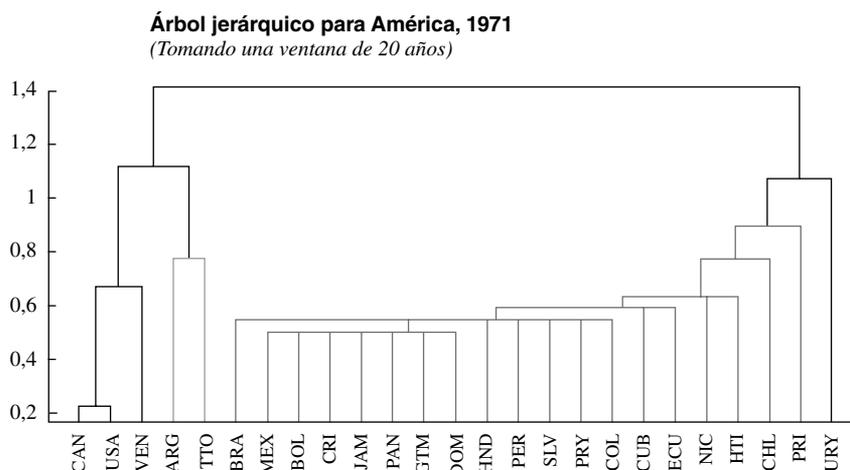
Para avanzar en el estudio de “dinámicas de *clusters*” se ha calculado el árbol de expansión mínima tomando intervalos (ventanas) temporales de 20 años. Se observa que la única conexión (*link*) que sobrevive intacta en los 33 años de análisis es la que se produce entre el Canadá y los Estados Unidos, lo que señala una relación muy estrecha entre los dos países y deja ver una dinámica diferente a la del resto de la muestra. Los países latinoamericanos no presentan conexiones tan fuertes, y las que se producen entre Colombia y el Brasil y entre Cuba y El Salvador son las que sobreviven más tiempo.<sup>10</sup> Sin embargo, como se

desprende de un análisis posterior, los grupos de países son relativamente estables y tienden a perpetuarse, aunque algunos países propenden a cambiar de grupo.

Al analizar los árboles jerárquicos es posible apreciar algunos acontecimientos. El primer árbol se refiere al año 1971 y en él se consideran los últimos 20 años. Se observan dos grupos importantes: por una parte, los países “ricos”, compuestos de dos subgrupos integrados por el Canadá y los Estados Unidos, en el primer subgrupo, y la Argentina, República Bolivariana de Venezuela y Trinidad y Tabago, en el segundo. Por otra parte, en el grupo de países “pobres” se observa al Uruguay en una posición relativa destacada, como también en cierto grado a Chile y Puerto Rico. Lo anterior se mantiene en el tiempo hasta 1976, año en que Puerto Rico muestra una tendencia a integrarse al grupo de países “ricos” y México comienza a distanciarse levemente de los países “pobres”. En 1982, encontramos que Puerto Rico ya pertenece al grupo de los “ricos” junto con el Canadá, los Estados Unidos, Trinidad y Tabago, la Argentina y República Bolivariana de Venezuela. Entretanto, México y el Uruguay forman un nuevo *cluster* separándose de los países “pobres” y Chile continúa presentando un desempeño que lo aleja

<sup>10</sup> Tal como se señaló más arriba, la persistencia en la cercanía entre Colombia y el Brasil, por una parte, y El Salvador y Cuba, por otra obedece a similitudes macroeconómicas productivas y estructurales entre ambos pares de países.

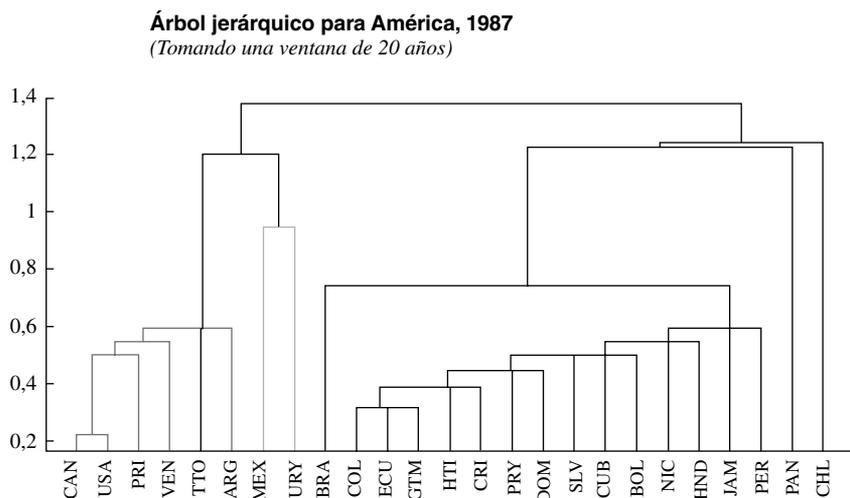
GRÁFICO 8



Fuente: elaboración propia.

CAN: Canadá. USA: Estados Unidos. VEN: República Bolivariana de Venezuela. ARG: Argentina. TTO: Trinidad y Tabago. MEX: México. URY: Uruguay. PRI: Puerto Rico. CHL: Chile. BRA: Brasil. CRI: Costa Rica. COL: Colombia. PER: Perú. BOL: Estado Plurinacional de Bolivia. CUB: Cuba. DOM: República Dominicana. ECU: Ecuador. SLV: El Salvador. GTM: Guatemala. PRY: Paraguay. HTI: Haití. NIC: Nicaragua. HND: Honduras. JAM: Jamaica. PAN: Panamá.

GRÁFICO 9



Fuente: elaboración propia.

CAN: Canadá. USA: Estados Unidos. VEN: República Bolivariana de Venezuela. ARG: Argentina. TTO: Trinidad y Tabago. MEX: México. URY: Uruguay. PRI: Puerto Rico. CHL: Chile. BRA: Brasil. CRI: Costa Rica. COL: Colombia. PER: Perú. BOL: Estado Plurinacional de Bolivia. CUB: Cuba. DOM: República Dominicana. ECU: Ecuador. SLV: El Salvador. GTM: Guatemala. PRY: Paraguay. HTI: Haití. NIC: Nicaragua. HND: Honduras. JAM: Jamaica. PAN: Panamá.

de los países “pobres”, como también se observa este comportamiento en Panamá en el año siguiente.

En 1987, el grupo formado por México y el Uruguay se une al de los países “ricos”, mientras que Panamá

y Chile se distancian considerablemente de los países “pobres” y el Brasil muestra un comportamiento que lo comienza a alejar de dicho grupo. En 1992, Chile ingresa al grupo de países “ricos” aunque aún distanciado

y en 1997 Panamá presenta una performance similar. En 2001, el Brasil y Costa Rica forman un grupo cuyo desempeño se diferencia de los países “pobres” y, a su vez, Colombia se mueve en dirección similar.

En 2003, al final del período, encontramos tres grupos: por una parte, los países “ricos” integrados por los Estados Unidos, el Canadá, la Argentina, el Uruguay, México, Trinidad y Tabago, Puerto Rico, República Bolivariana de Venezuela y Chile, y por otra, un grupo de países intermedios —que se unen al grupo de los países “ricos”— compuesto por el Brasil, Costa Rica y Panamá. Por último, se encuentra el grupo de países “pobres” en el que Colombia aparece como divergiendo en forma evidente.

En el análisis se advierte que siempre han existido principalmente dos grupos de países y, asimismo, que países que en principio pertenecían al grupo de “pobres” han pasado al grupo de países “ricos”. Este es el caso, primero, de Puerto Rico, después de México y el Uruguay y, finalmente, de Chile. Panamá, Costa Rica y el Brasil forman un grupo al final del período que aún no se integró completamente al de los países “ricos”. Cabe notar que no se produce ningún tránsito en sentido contrario, es decir, ningún país perteneciente al grupo de países “ricos” ha pasado al grupo de los países “pobres”.

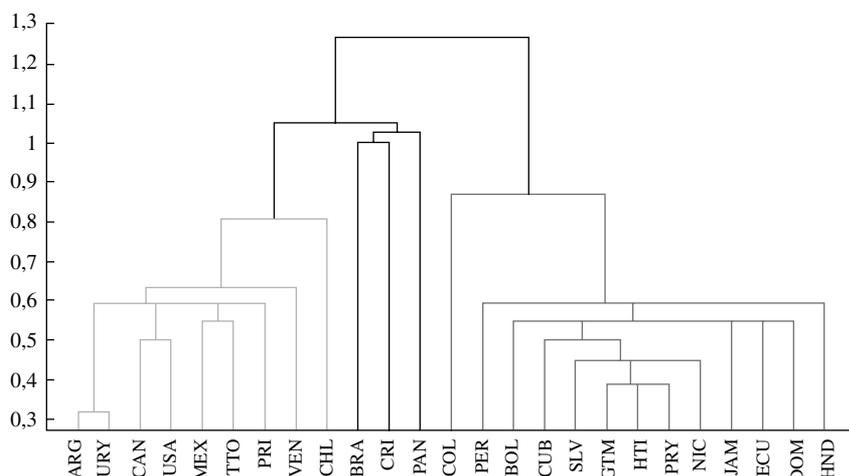
Los resultados se refuerzan si se considera la evolución de los grupos tomando en cuenta las ventas de 30 años. En primer lugar, se observa que además de la conexión entre el Canadá y los Estados Unidos, que permanece intacta en los 23 años desde 1981, la otra conexión que permanece constante es la que se produce entre México y el Uruguay.

Al estudiar los árboles jerárquicos se destacan algunos hechos. El primero aparece en 1981, en que encontramos al grupo de países “ricos” formado por el Canadá, los Estados Unidos, República Bolivariana de Venezuela, la Argentina y Trinidad y Tabago. Por otra parte, Puerto Rico, el Uruguay, México y Chile se encuentran distanciándose de los países “pobres”, pero sin salir del *cluster*. En 1984, Puerto Rico salta al *cluster* de países “ricos” y México y el Uruguay forman un grupo cuya performance se aleja de la de los países “pobres”. En 1990, se observa que el grupo de México y el Uruguay se une al de países “ricos”, mientras que Chile y también Panamá intentan distanciarse de los países “pobres”. En 1993, Chile logra entrar en el *cluster* de países “ricos”, mientras que Panamá y en parte el Brasil muestran un comportamiento que los distancia de los países “pobres”.

En 2003, se observa que el *cluster* de países “ricos” está compuesto por el Canadá, los Estados Unidos, Puerto

GRÁFICO 10

### Árbol jerárquico para América, 2003 (Tomando una ventana de 20 años)

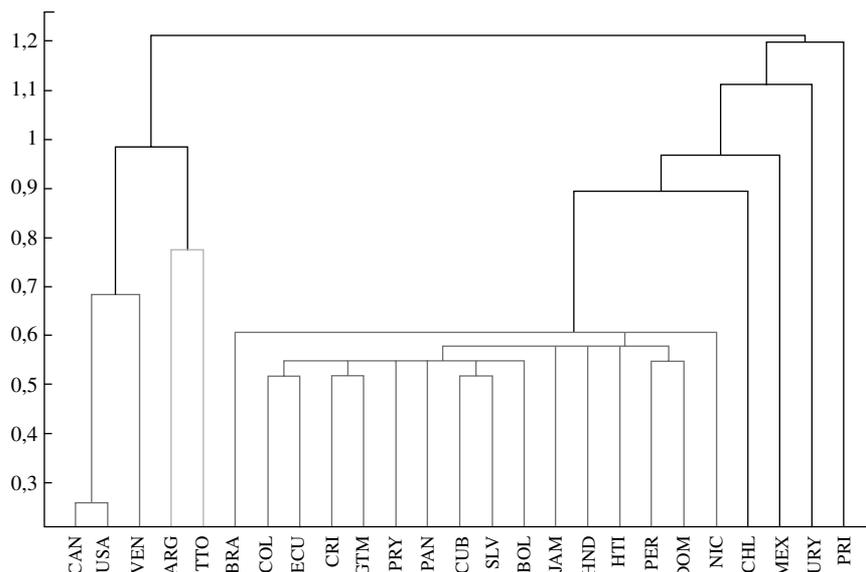


Fuente: elaboración propia.

ARG: Argentina. URY: Uruguay. CAN: Canadá. USA: Estados Unidos. MEX: México. TTO: Trinidad y Tabago. PRI: Puerto Rico. VEN: República Bolivariana de Venezuela. CHL: Chile. BRA: Brasil. CRI: Costa Rica. PAN: Panamá. COL: Colombia. PER: Perú. BOL: Estado Plurinacional de Bolivia. CUB: Cuba. SLV: El Salvador. GTM: Guatemala. HTI: Haití. PRY: Paraguay. NIC: Nicaragua. JAM: Jamaica. ECU: Ecuador. DOM: República Dominicana. HND: Honduras.

GRÁFICO 11

**Árbol jerárquico para América, 1981**  
(Tomando una ventana de 30 años)

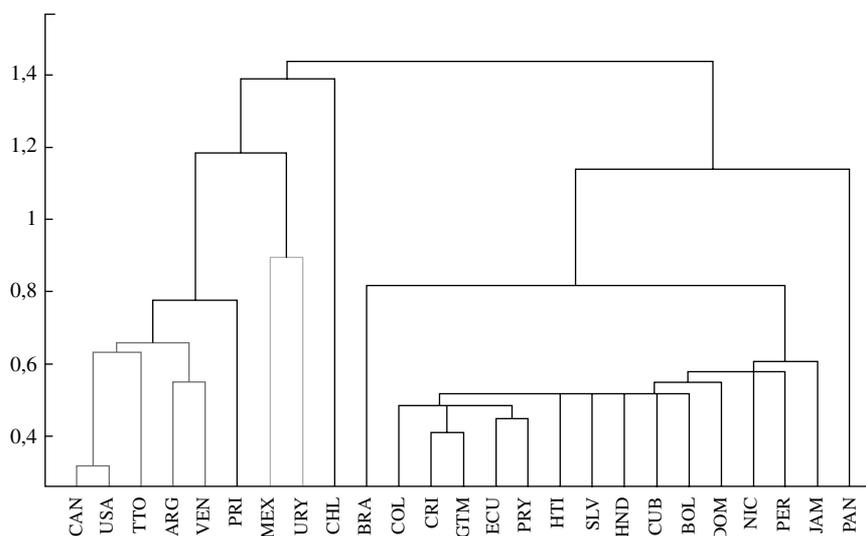


Fuente: elaboración propia.

CAN: Canadá. USA: Estados Unidos. VEN: República Bolivariana de Venezuela. ARG: Argentina. TTO: Trinidad y Tabago. BRA: Brasil. COL: Colombia. ECU: Ecuador. CRI: Costa Rica. GTM: Guatemala. PRY: Paraguay. PAN: Panamá. CUB: Cuba. SLV: El Salvador. BOL: Estado Plurinacional de Bolivia. JAM: Jamaica. HND: Honduras. HTI: Haití. PER: Perú. DOM: República Dominicana. NIC: Nicaragua. CHL: Chile. MEX: México. URY: Uruguay. PRI: Puerto Rico.

GRÁFICO 12

**Árbol jerárquico para América, 1993**  
(Tomando una ventana de 30 años)



Fuente: elaboración propia.

CAN: Canadá. USA: Estados Unidos. TTO: Trinidad y Tabago. ARG: Argentina. VEN: República Bolivariana de Venezuela. PR: Puerto Rico. MEX: México. URY: Uruguay. CHL: Chile. BRA: Brasil. COL: Colombia. CRI: Costa Rica. GTM: Guatemala. ECU: Ecuador. PRY: Paraguay. HTI: Haití. SLV: El Salvador. HND: Honduras. CUB: Cuba. BOL: Estado Plurinacional de Bolivia. DOM: República Dominicana. NIC: Nicaragua. PER: Perú. JAM: Jamaica. PAN: Panamá.

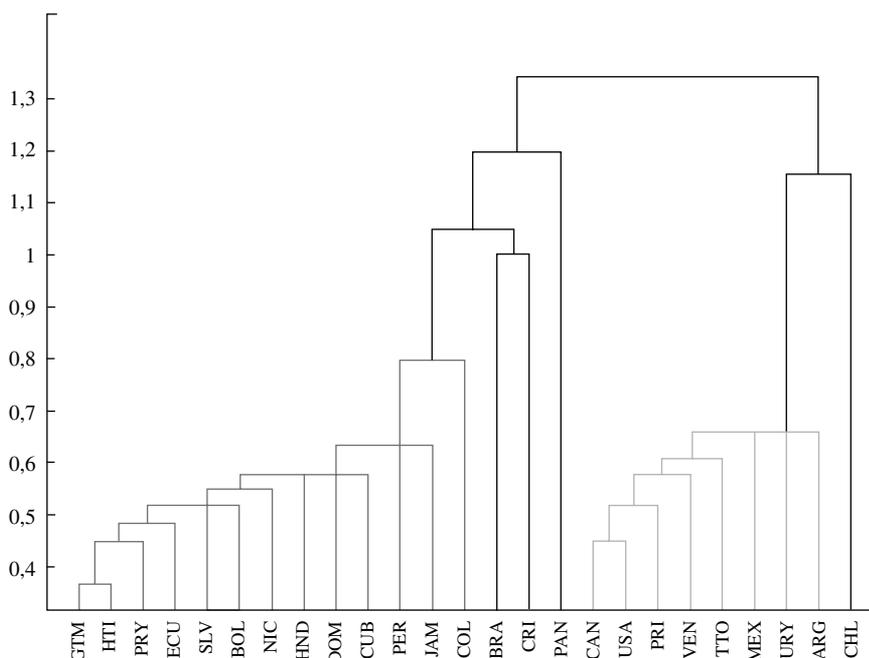
Rico, República Bolivariana de Venezuela, Trinidad y Tabago, México, el Uruguay, la Argentina y, aunque distanciado, Chile. Por otra parte, en el grupo de los países “pobres” vemos al Brasil y Costa Rica formando un subgrupo que, junto con Panamá, aún muestran una performance que los aleja de dicho grupo.

De nuevo en este caso los saltos solo ocurren de países “pobres” a “ricos” y no a la inversa. Nótese que Puerto Rico, México, el Uruguay y Chile son los países que en todo el período pasan de un grupo a otro. Nuevamente se encuentra que este análisis coincide con el realizado por Quah (1993), aunque avanza en el poder explicativo

y el desglose de la dinámica. Tal como señala este autor, las probabilidades de que países “ricos” se transformen en países “pobres” son extremadamente bajas, mientras que la probabilidad de convergencia de países “pobres” a “ricos” es más alta. Sin embargo, los países de ingresos medios tienen un comportamiento más errático, por lo que el tránsito de países “pobres” a “ricos” no se encuentra asegurado en términos de convergencia tradicional. Este último resultado es reforzado por el análisis mediante ventanas temporales, del que se desprende que la movilidad “a la Quah” se encuentra condicionada por el desempeño relativo de cada país.

GRÁFICO 13

**Árbol jerárquico para América, 2003**  
(Tomando una ventana de 30 años)



Fuente: elaboración propia.

GTM: Guatemala. HTI: Haití. PRY: Paraguay. ECU: Ecuador. SLV: El Salvador. BOL: Estado Plurinacional de Bolivia. NIC: Nicaragua. HND: Honduras. DOM: República Dominicana. CUB: Cuba. PER: Perú. JAM: Jamaica. COL: Colombia. BRA: Brasil. CRI: Costa Rica. PAN: Panamá. CAN: Canadá. USA: Estados Unidos. PRI: Puerto Rico. VEN: República Bolivariana de Venezuela. TTO: Trinidad y Tabago. MEX: México. URY: Uruguay. ARG: Argentina. CHL: Chile.

## V

## Conclusiones

En este trabajo se ha presentado un método no paramétrico de *clusterización* basado en el concepto de régimen dinámico. La técnica se aplicó para contribuir al debate de la convergencia económica. En particular, se introduce una nueva idea de convergencia distinta de la tradicional, basada en la convergencia a un estado estacionario. En este nuevo concepto de convergencia dos países “convergen” si sus dinámicas de regímenes se aproximan, donde no necesariamente sus variables tienden a un estado estacionario.

En el ejercicio se aplica la técnica a un grupo de países de América, que incluye a países considerados desarrollados y no desarrollados, y se muestra una serie de resultados que un análisis de convergencia tradicional no remarcaría. En primer lugar, si bien se han destacado dos grupos bien diferenciados (a los que llamamos países “pobres” y “ricos”), dentro de ellos se han encontrado comportamientos heterogéneos. En el interior de estos dos grupos se pueden hallar dos subgrupos: en los países “ricos” tenemos un subgrupo compuesto por los Estados Unidos y el Canadá (que registran la menor distancia de la muestra) que presenta una dinámica diferente respecto del resto del grupo de países “ricos”. Por otra parte, dentro de los países “pobres” se puede observar un grupo compacto de países, que podríamos considerar como los más pobres, y el Brasil, Costa Rica y Colombia que, aunque no llegan a integrar el grupo de los “ricos”, presentan un marcado distanciamiento con relación a los más “pobres”.

Un segundo comportamiento interesante que es posible encontrar en este análisis, es la presencia de mayores disparidades en el grupo de países “pobres” que en el de “ricos”. Mientras que los países más “ricos” han presentado una convergencia entre ellos, los países más “pobres” han mostrado cierta tendencia a divergir en el tiempo.

Al estudiar la evolución del distanciamiento entre un país “pobre” y uno “rico” promedio y realizar 20.000 simulaciones de Monte Carlo para países “pobres” y países “ricos”, se obtiene como resultado que la distancia entre un país “pobre” promedio y uno “rico” promedio sale del intervalo de confianza (de una distancia constante) en los años noventa. Esto sugiere que gran parte de la separación entre los países “ricos” y “pobres” americanos se produce en esta década.

La riqueza de los resultados hallados, que permite describir el desempeño económico de los países de América en concordancia con su historia económica, explicaría el fracaso en encontrar un único resultado en los análisis tradicionales de convergencia mencionados en las secciones anteriores. De todas formas, los resultados coinciden parcialmente con los presentados por Mayer-Foulkes (2001) y Howitt y Mayer-Foulkes (2004), quienes a partir de un modelo específico identifican *clubs* de convergencia.

En síntesis, esta nueva propuesta metodológica ha permitido establecer regularidades y tendencias en el comportamiento económico de los países de América. En particular, se ha analizado la convergencia o divergencia en el desempeño económico de dichos países, estableciendo *clubs* de desempeño sin necesidad de “condicionar los datos” a priori con el fin de ajustar el análisis de la convergencia a las herramientas tradicionales, o especificar un modelo concreto. Desde un punto de vista metodológico, la principal diferencia es que todos los resultados encontrados (grupos de países, divergencia/convergencia entre e intragrupos, y otros) son *ex post*, lo que elimina cualquier sesgo de selección.

Finalmente, el método propuesto permite incorporar otras variables al análisis (económicas, institucionales, sociales, entre otras), de modo de comparar la influencia de tales variables en la conformación de *clubs* a partir de cambios en el desempeño. En particular, es posible analizar comparativamente las dinámicas de *clubs* de crecimiento y *clubs* de desarrollo, tomando variables cualitativas (como, por ejemplo, el Índice de Desarrollo Humano, o el análisis pormenorizado de la acumulación de capital humano, u otras). Una primera hipótesis en este contexto es que varios de los países de América Latina y el Caribe presentan una dualidad profunda en sus desempeños históricos cuantitativos y cualitativos: el ingreso per cápita no denota que la desigualdad en la distribución del ingreso puede ser creciente con respecto al desarrollo económico, ni que la economía puede tender a un dualismo en su estructura económico-social y, por tanto, que las variables cualitativas pueden presentar valores crecientemente negativos para el desarrollo. En esta dirección se plantean las futuras líneas de investigación.

## APÉNDICE

## Datos usados

En el presente trabajo se utilizan el PIB per cápita (cociente entre el PIB y la población) en dólares constantes de 1990 y su crecimiento, ambos para el período 1951-2003, respecto de 25 países americanos. Estos datos fueron obtenidos de las *Estadísticas históricas de la economía mundial: 1-2003 AC*, desarrolladas por Angus Maddison (2001a).

De acuerdo con Maddison, los datos se encuentran en tres libros: *Monitoring the World Economy, 1820-1992* (Maddison, 1995); *The World Economy: A Millennial Perspective* (Maddison, 2001b); *The World Economy: Historical Statistics* (Maddison, 2003). Todos estos libros contienen notas detalladas.

El PIB de América Latina 2000-2003 fue revisado y actualizado por la CEPAL: *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, 2004*, y una versión preliminar del *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, 2005*, proporcionada por Andre Hofman (CEPAL, 2005 y 2006). Para Chile, el PIB 1820-2003 fue proporcionado por Rolf Lüders: *The Comparative Economic Performance of Chile 1810-1995* (Lüders, 1998), con población estimada por J. Díaz, R. Lüders y G. Wagner, "La República en cifras: Chile 1810-2000" (Díaz, Lüders y Wagner, 2005). Para el Perú, "PIB 1896-1990 y población 1896-1949", por Bruno Seminario y Arlette Beltrán, *Crecimiento económico en el Perú 1896-1995* (Seminario y Beltrán, 1998).

## América (25 países): PIB per cápita y crecimiento anual promedios, 1951-2003

País	PIB per cápita	Crecimiento anual promedio
Estados Unidos	18 133,77	2,14%
Canadá	14 634,00	2,24%
Venezuela (Rep. Bol. de)	9 310,72	-0,02%
Trinidad y Tabago	9 071,34	3,04%
Puerto Rico	7 680,12	3,71%
Argentina	7 002,68	0,94%
Chile	5 961,25	2,22%
Uruguay	5 930,91	0,81%
México	5 000,49	2,16%
Costa Rica	4 124,87	2,36%
Panamá	4 090,70	2,19%
Brasil	3 903,59	2,35%
Colombia	3 773,94	1,71%
Perú	3 548,00	1,17%
Guatemala	3 297,49	1,30%
Ecuador	3 242,75	1,24%
Jamaica	3 202,38	2,04%
Paraguay	2 451,82	1,24%
Cuba	2 349,87	0,61%
El Salvador	2 192,45	1,19%
Bolivia (Est. Plur. de)	2 182,55	0,65%
República Dominicana	2 107,32	2,57%
Nicaragua	2 106,95	0,12%
Honduras	1 710,50	0,78%
Haití	992,29	-0,54%

Fuente: cálculos propios.

PIB: Producto interno bruto.

## Bibliografía

- Accinelli, E. y J.G. Brida (2007), "Modelos económicos con múltiples regímenes", *Revista de administración, finanzas y economía*, vol. 1, N° 2, México, D.F., Tecnológico de Monterrey.
- Aghion, Ph. y P. Howitt (1999), *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Amable, B. y D. Guellec (1992), "Les théories de la croissance endogène", *Revue d'économie politique*, vol. 102, N° 3, Toulouse, Institut d'Économie Industrielle.
- Barro, R. (1997), *Determinants of Economic Growth: A Cross-Country Empirical Study*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- (1991), "Economic growth in a cross section of countries", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, N° 2, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Barro, R. y X. Sala-i-Martin (1995), *Economic Growth*, Nueva York, McGraw-Hill.
- Brida, J.G. (2008), "The dynamic regime concept in economics", *International Journal of Economic Research*, vol. 5, N° 1, Nueva Delhi, Serials Publications.
- (2006), "Multiple regimes model reconstruction using symbolic time series methods", *International Journal of Applied Mathematics & Statistics*, vol. 5, N° S06, Roorkee, India, CESER Publications.
- Brida, J.G. y N. Garrido (2006), "Exploring two inflationary regimes in Latin-American economies: a binary time series analysis", *International Journal of Modern Physics C*, vol. 17, N° 3, Singapur, World Scientific Publishing.
- Brida, J.G., M. Puchet y L.F. Punzo (2003), "Coding economic dynamics to represent regime: a teach-yourself exercise", *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 14, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- Brida, J.G. y L.F. Punzo (2003), "Symbolic time series analysis and dynamic regimes", *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 14, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- Cáceres, L. y O. Núñez Sandoval (1999), "Crecimiento económico y divergencia en América Latina", *El trimestre económico*, vol. 66, N° 4, México, D.F., Fondo de Cultura Económica.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2006), *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, 2005* (LC/G.2311-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E/S.06.II.G.1.
- (2005), *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, 2004* (LC/G.2264-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E/S.05.II.G.1.
- Daw, C.S., C.E.A. Finney y E.R. Tracy (2003), "A review of symbolic analysis of experimental data", *Review of Scientific Instruments*, vol. 74, Mellville, American Institute of Physics.
- De Long, B. (1997), "Slouching towards utopia? The economic history of the 20<sup>th</sup> century" [en línea] [http://www.j-bradford-delong.net/TCEH/Slouch\\_Old.html](http://www.j-bradford-delong.net/TCEH/Slouch_Old.html)
- Díaz, J., R. Lüders y G. Wagner (2005), "La República en cifras: Chile, 1810-2000", Santiago de Chile, Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile, inédito.

- Dobson, S. y C. Ramlogan (2002), "Economic growth and convergence in Latin America", *Journal of Development Studies*, vol. 38, N° 6, Londres, Taylor & Francis.
- Dobson, S., J. Goddard y C. Ramlogan (2003), "Convergence in developing countries: evidence from panel unit root tests", *Economic Discussion Papers*, N° 0305, Unedin, Nueva Zelandia, Universidad de Otago.
- Durlauf, S.N. y D.T. Quah (1999), "The new empirics of economic growth", *Handbook of Macroeconomics*, J.B. Taylor y M. Woodford (comp.), vol. 1, Amsterdam, Elsevier.
- Galton, F. (1885), "Regression towards mediocrity in hereditary stature", *Journal of the Anthropological Institute*, vol. 15, Londres, Royal Anthropological Institute.
- Helliwell, J. y A. Chung (1992), "Convergence and growth linkages between North and South", *NBER Working Papers*, N° 3984, Cambridge, Massachusetts, National Bureau of Economic Research.
- Howitt, P. y D. Mayer-Foulkes (2004), "Technological innovation, implementation and stagnation: a Schumpeterian theory of convergence clubs" [en línea] [http://www.econ.brown.edu/fac/Peter\\_Howitt/publication/howmay.pdf](http://www.econ.brown.edu/fac/Peter_Howitt/publication/howmay.pdf)
- Kruskal, J. (1956), "On the shortest spanning tree of a graph and the travelling salesman problem", *Proceedings of the American Mathematical Society*, vol. 7, Providence, Estados Unidos, American Mathematical Society.
- Lucas, R. (2002), *Lectures on Economic Growth*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Lüders, Rolf (1998), "The comparative economic performance of Chile 1810-1995", *Estudios de economía*, vol. 25, N° 2, Santiago de Chile, Universidad de Chile.
- Maddison, A. (2003), *The World Economy: Historical Statistics*, París, Centro de Desarrollo.
- \_\_\_\_\_ (2001a), "Historical statistics for the world economy: 1-2003 AC".
- \_\_\_\_\_ (2001b), *The World Economy: A Millennial Perspective*, París, Centro de Desarrollo.
- \_\_\_\_\_ (1995), *Monitoring the World Economy, 1820-1992*, París, Centro de Desarrollo.
- Mankiw, N.G., D. Romer y D.N. Weil (1992), "A contribution to the empirics of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, N° 2, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Mantegna, R. (1999), "Hierarchical structure in financial markets", *The European Physical Journal B*, vol. 11, Berlin, Springer.
- Mayer-Foulkes, D. (2001), "Convergence clubs in cross-country life expectancy dynamics", *Working Paper Series*, N° 2001/134, Helsinki, Instituto Mundial de Investigaciones de Economía del Desarrollo.
- Moncayo, E. (2004), "El debate sobre la convergencia económica internacional e interregional: enfoques teóricos y evidencia empírica", *Eure*, vol. 30, N° 90, Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, septiembre.
- Onnela, J. (2002), "Taxonomy of financial assets", tesis, Helsinki, Helsinki University of Technology.
- Quah, Danny (1997), "Empirics for growth and distribution: stratification, polarization, and convergence clubs", *Journal of Economic Growth*, vol. 2, N° 1, Springer.
- \_\_\_\_\_ (1996), "Twin peaks: growth and convergence in models of distribution dynamics", *The Economic Journal*, vol. 106, N° 437, Londres, Royal Economic Society, julio.
- \_\_\_\_\_ (1993), "Empirical cross-section dynamics in economic growth", *European Economic Review*, vol. 37, Amsterdam, Elsevier.
- Ramal, R., G. Toulouse y M. Virasoro (1986), "Ultrametricity for physicists", *Reviews of Modern Physics*, vol. 58, N° 3, College Park, Maryland, American Physical Society.
- Romer, P. (1994), "The origins of endogenous growth", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, N° 1, Nashville, Tennessee, American Economic Association.
- Ros, J. (2001), *Development Theory and the Economics of Growth*, Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Seminario, B. y A. Beltrán (1998), *Crecimiento económico en el Perú 1896-1995: nuevas evidencias estadísticas*, Lima, Universidad del Pacífico.
- Solow, R. (1992), *Siena Lectures on Endogenous Growth Theory*, Siena, Universidad de Siena.
- Utrera, G. (1999), "El crecimiento económico en Latinoamérica", *Anales de la XXXV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política*, Buenos Aires, Asociación Argentina de Economía Política.