
Una Aproximación a la Convergencia: la Dinámica de la Distribución en el Tiempo.

1. Introducción.

En los últimos años, el concepto de convergencia se ha aplicado a distintas áreas de conocimiento. Asimismo se han discutido diferentes tipos de convergencia económica. Los ejemplos incluyen, entre otros, convergencia entre las regiones pobres y ricas de Europa, en cantidad y tamaño de industrias, en la actividad económica entre diferentes regiones (estados provincias, distritos, ciudades), como dentro del mismo país, en retornos de activos y en tasas de inflación entre países de un área común, en retornos de activos y en tasas de inflación en áreas de comercio, en salarios entre industrias, profesiones y regiones geográficas. Éstos ejemplos muestran que la convergencia es un tema empírico que refleja entre otros aspectos: polarización, distribución del ingreso, y desigualdad. Ciertamente entender el crecimiento es importante. Pero el crecimiento es una de las tantas diferentes áreas donde analizar la convergencia puede constituir un enfoque útil.¹

Los estudios sobre convergencia a partir del modelo neoclásico han descubierto una regularidad empírica. Las economías pobres y ricas – en diferentes desagregaciones geográficas, entre y dentro de los diferentes países, entre diferentes unidades administrativas, en diferentes tiempos- todas parecen estar convergiendo hacia una tasa estable y uniforme del 2% anual.

Quah alega que la tasa del 2% puede provenir de razones irrelevantes a los modelos de crecimiento. La idea es que tal consistencia puede sólo reflejar “algo” mecánico e independiente de la estructura económica del crecimiento. El autor trabaja sobre la hipótesis que hay algo mecánico que arroja la tasa del 2% ya que las estructuras económicas varían en forma explicable y no explicable en distintos

¹ Esta afirmación no indica que se sostiene que la convergencia sea un área de investigación empírica y no teórica sino que se quiere indicar que el concepto de convergencia es aplicado en varias disciplinas y en distintos ámbitos, de hecho la palabra convergencia también es utilizado para el acercamiento entre principios de unas y otras religiones.

lugares y no pueden arrojar una tasa uniforme. Quah encuentra la razón en un no muy interesante mecanismo para la economía, pero sí en una implicación estadística: la existencia de una raíz unitaria en las series temporales. De acuerdo a lo expresado por Quah es inevitable pensar que existen dos mecanismos diferentes. Uno es el mecanismo o mecanismos que determinan la convergencia y el otro son los mecanismos que determinan el crecimiento.

Desde un punto de vista claramente empírico y a partir de los resultados obtenidos en nuestra investigación surgen algunas preguntas que permiten continuar con la exploración, ¿por qué basarnos simplemente en análisis del momento primero y segundo, β -convergencia y σ -convergencia respectivamente, de la distribución del PBG, cuando en realidad podríamos trabajar con todos los momentos de la distribución?, ¿utilizando otro método empírico, es posible detectar otros patrones de convergencia o corroborar los resultados obtenidos?.

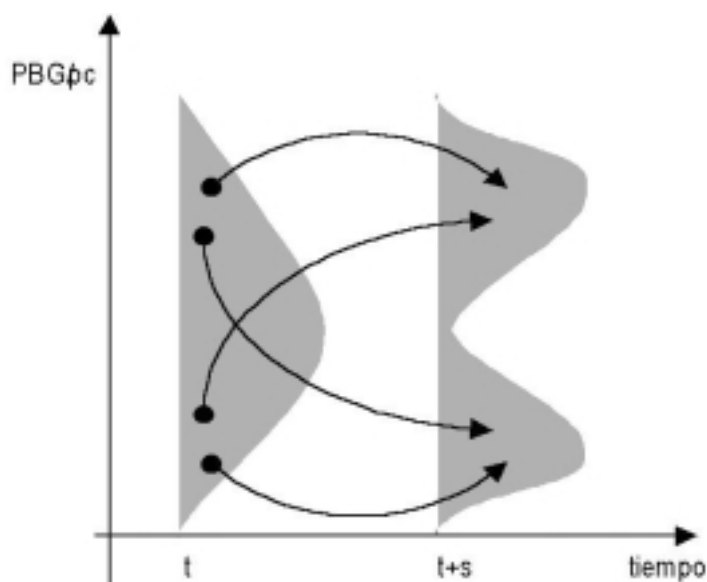
Quizás la existencia de modelos teóricos subyacentes al análisis convencional del momento primero y segundo sea una de las mejores respuesta a la primer pregunta, ya que permiten conocer cuál es la contribución del capital físico a la producción o con qué rapidez pueden alcanzar las economías pobres a las economías ricas. Actualmente hay una gran cantidad de trabajos en esta línea (Barro y Sala-i-Martin 1992, Romer 1994, Sala-i-Martin 1995; 1996), y aunque las respuestas aportadas no son para nada despreciables, autores como Quah (1993,1996) abren nuevas puertas a la investigación sobre crecimiento y convergencia.

Esta corriente de investigación empírica, en realidad ya no tan nueva, modela directamente la dinámica de las distribuciones *cross-section* de todas las economías sobre las que se trabaja. De esta manera, los resultados que se obtienen muestran evidencias sobre persistencia y estratificación, formación de clubes de convergencias, polarización de las distribuciones en picos² y movilidad de las economías objeto de estudio, es decir, si una economía en el período de estudio pasa de ser rica a ser pobre o viceversa.

² Quah (1996), hace referencia a distribuciones de dos picos, en clara referencia a pobres y ricos, pero durante nuestro trabajo nos encontramos en algunos casos con distribuciones que tenían tres y hasta cuatro grupos.

Para desarrollar una intuición³ sobre qué significa modelar la dinámica de la distribución de un grupo de economías, se fija un año t y se grafica la densidad de la distribución del producto bruto geográfico per capita para dicho año (Figura 1). La densidad muestra como se distribuyen las economías ricas y pobres para ese período, considerando siempre los pobres en el extremo inferior y los ricos en el extremo superior.

Figura 1: Dinámica de las Distribuciones



Si se considera la densidad en algún período de tiempo futuro $t+s$, se pueden observar rápidamente dos características destacables. La primera es externa y tiene que ver con el cambio de forma que tienen las densidades al pasar desde el período t al $t+s$. La segunda característica está señalada en el gráfico, por las flechas que indican los cambios internos a la distribución, o la dinámica intra-distribución, apreciando de esta manera cómo las economías en forma individual transitan desde una parte de la distribución hacia otra.

La forma de la distribución en $t+s$ indica, en esta Figura, que en un futuro es esperable la existencia de dos grupos bien distinguidos, el de los ricos y el de

³ En el Anexo I.1 se presenta un desarrollo formal del método utilizado.

los pobres, y notando claramente como el grupo intermedio tiende a desaparecer. En realidad se debe tener en cuenta que no se especifica ninguna condición ex ante para esta división en dos grupos, por lo que es igualmente válida la situación en la que la distribución de densidad en $t+s$ tenga un solo pico y degenerado, indicando así que todas las economías convergen a pertenecer a una sola clase.

El hecho de que economías pobres se convierten en ricas, así como economías ricas se mantienen en ese estado y otras se empobrecen, no es nuevo en la realidad que nos rodea. Estos hechos estilizados que representan movimientos debajo de la forma de la distribución son los que se consideran al hacer referencia a la dinámica intra-distribución. Así, estudiar esta dinámica proporciona información acerca de las probabilidades de que el 10% de las economías más pobres alcancen al 10% de las más ricas o la existencia de clubes de convergencia, es decir economías que convergen a un mismo “estado estacionario”.

2. El modelo.

El modelo más simple para explicar la dinámica de las distribuciones en el tiempo es una ecuación en diferencias estocásticas que describe la evolución de la secuencia de distribuciones.

Sea F_t , la distribución del PBG per capita, en el período t . Asociada con cada F_t , hay una medida de probabilidad λ_t , donde

$$\forall y \in R : \lambda_t((-\infty, y]) = F_t(y)$$

En este marco una ecuación en diferencias estocástica que describa la dinámica de la distribución es,

$$\lambda_t = T^*(\lambda_{t-1}, \mu_t)$$

donde μ_t es una secuencia de perturbaciones, y T^* , es un operador que relaciona el producto cartesiano de las medidas de probabilidad con las perturbaciones a una medida de probabilidad.

Es claro que esta ecuación autorregresiva, trabaja con toda la distribución y no sólo con primer y segundo momentos. Fundamentalmente, la ecuación toma valores que son medidas, más que sólo escalares o vectores con dimensiones finitas. Esto lo diferencia claramente del análisis de series de tiempo estandar.

En la estructura de T^* , se encuentra la dinámica expresada en la Figura 1. Por lo tanto, la estimación de T^* a partir de la muestra de datos disponibles permite la cualificación empírica de estas dinámicas.

Una forma de comprender como afecta T^* puede ser estudiando las características de una función de impulso respuesta de nuestra ecuación autoregresiva, igualando las perturbaciones μ_t a cero y desarrollando la ecuación en diferencias hacia adelante obtenemos,

$$\begin{aligned} T^*(\lambda_{t+s-1}, 0) &= T^*(T^*(\lambda_{t+s-2}, 0), 0) \\ &\dots \\ &= T^*(T^* \dots (T^*(\lambda_t, 0) \dots, 0), 0) \end{aligned}$$

y el resultado es un proxy para λ_{t+s} . Así, la convergencia completa de las provincias en el país podría ser representado por T^* , tendiendo a un punto de masa degenerado cuando $s \rightarrow \infty$. De igual manera, si se tiende hacia una medida de dos puntos se concluye que las provincias o regiones del país se están polarizando en dos grupos, ricos y pobres. La distribución límite de interés F_{t+s} , cuando $s \rightarrow \infty$, sería bimodal o con dos picos. Más generalmente, la estratificación en diferentes clubs de convergencia podría manifestarse tendiendo hacia una medida discreta con puntos multiples, o lo que es equivalente, hacia una distribución multi-modal.

Por supuesto T^* también contiene información sobre la dinámica intra distribución. Así, obteniendo la estimación de T^* se puede cuantificar la probabilidad de que un país pobre alcance a un país rico.

En este punto, el problema consiste en realizar la estimación de T^* y obtener información sobre esta estructura. En la literatura existe una gran cantidad de estrategias para obtener este valor a partir de los datos disponibles. Quah (1993^{a,b}; 1996^a) estima el operador T^* como un kernel estocástico. Fundamentalmente el enfoque más desarrollado para esta estimación ha sido la de métodos no paramétricos. En la primera parte de este capítulo, se tomará una discretización de λ de tal manera que T^* se convierte en una matriz estocástica.

Si la distribución *cross-section* del Producto Bruto Geográfico per capita es discretizada en un número finito n de clases, es posible construir una matriz de transición estocástica P de tamaño $n \times n$, donde el elemento $p_{i,j}$ representa la probabilidad de que una provincia que pertenece a la clase i en el período inicial t , esté en la clase j en el período $t+s$. Así, la matriz P , se convertirá en la estimación de T^* , que contendrá toda la información sobre la dinámica intra-distribucional y la evolución de la forma de la distribución.

Sea $D_t = (d_1^t, d_2^t, \dots, d_n^t)$, el vector de proporción de provincias que se encuentra en cada clase en el período t , se asume que D_t es la discretización de la densidad de F_t . Sin pérdida de generalidad la evolución de esta distribución puede ser expresada por la ecuación.

$$D_{t+1} = PD_t$$

Si esta ecuación satisface las propiedades de Markov para una cadena homogénea, entonces se puede analizar como una cadena de Markov de tiempo homogénea.

La matriz P define la probabilidad de transición dentro de un período de tiempo y puede ser generalizada a fin de comprender qué pasa cuando ese período de tiempo tiende a infinito.

El mayor interés estará en encontrar la distribución límite dada por los datos con los que trabajamos. La distribución está representada por el vector de $G = (g_1^t, g_2^t, \dots, g_n^t)$, que satisface

$$GP = G$$

Como se indicó anteriormente, se trabaja con una aproximación discreta a la distribución caracterizada por un conjunto de clases. La selección de éste, la cantidad de clases y el criterio para especificar a qué clase pertenece cada provincia son sin lugar a dudas el punto más crítico a la hora de trabajar con este método.

Antes de mostrar los resultados obtenidos a partir de las muestra de datos disponibles es interesante analizar la relación entre la información que provee la matriz de transición P y la presencia de β -convergencia y σ -convergencia.

Si se piensa que una clase de la distribución representa un estado estacionario para todas las economías a las que estas convergen, y para ejemplificar, suponiendo que la clase a la que se converge fuera la central, la matriz tendría valores distintos de cero donde se encuentran el símbolo (+) en la Tabla 1, de manera que provincias pobres se hacen más ricas y las provincias ricas se hacen relativamente más pobres, lo que implica la existencia de β -convergencia y σ -convergencia. Igualmente altos valores en la diagonal principal, (símbolos -) indicarían la existencia de muy escasa convergencia o persistencia. Asimismo valores positivos donde se encuentran las x implicarían la no existencia de convergencia, ya que provincias pobres se hacen más pobres, e igualmente provincias ricas se convierten en más ricas. Como se afirma en el trabajo de Fabiani y Pellegrini (1997), distintas matrices de transición pueden ser asociadas con diferentes conceptos de convergencia.

Tabla 1: Matriz de Transición

Final Inicial	Pobres					Ricos
Pobres	-	+	+			
	x	-	+			
	x	X	-	x	X	
			+	-	X	
Ricos			+	+	-	

En resumen, estudiar T^* nos informa sobre algunas propiedades del análisis de convergencia. Como anteriormente fue mencionado la información acerca de T^* puede ser obtenida a través de diferentes métodos. Lamo(1995) y Quah (1993^a,b; 1996^a) realizan una estimación del operador utilizando análisis noparamétrico, semi-paramétricos y hasta discretizaciones de λ , donde T^* se convierte en una matriz estocástica. Bianchi (1995) no trabaja directamente sobre el operador T^* , más bien estudia la dinámica subyacente a través de considerar las distribuciones en forma independiente analizando en cada período la multimodalidad de cada una de ellas.

En la segunda parte se realiza una estimación de T^* utilizando kernels estocásticos, siguiendo la línea de Quah. Como se especifica en Bandyopadhyay (2000), el kernel estocástico estimado es la versión en continuo de una matriz de transición de probabilidades desde la que podemos calcular una distribución de largo plazo.

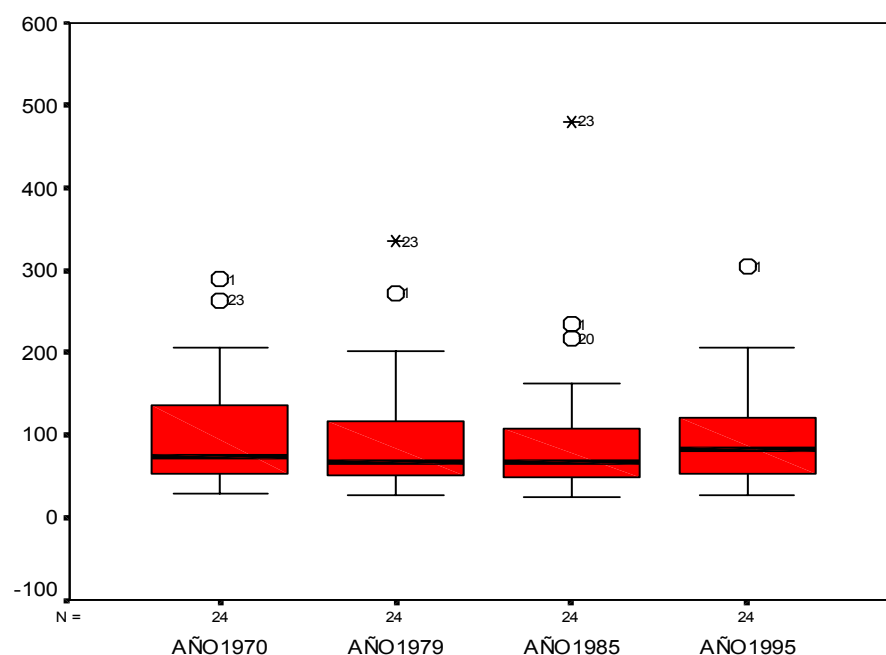
3. Evidencia empírica

Para analizar la dinámica de la distribución en Argentina disponemos de una muestra que contiene el Producto Bruto Geográfico de 24 provincias en el período que va desde 1970 hasta 1997.

En este período de tiempo, Argentina sufrió una gran cantidad de cambios estructurales en su economía y es importante destacar que las estimaciones que se realizan están basadas sobre matrices de transición estacionarias en el tiempo, por lo tanto las estimaciones no serían fiables si incluyéramos todo el rango temporal disponible.

Se considera oportuno dividir las serie de distribuciones en tres períodos⁴, que representan cambios importantes en las instituciones económicas. El período que inicia en 1970 y finaliza con la guerra de Malvinas en 1982, caracterizado por la política económica del gobierno militar, basada en mercados relativamente libres, economía abierta y un alto déficit fiscal financiado con endeudamiento externo. El segundo período que va desde 1983 y finaliza con la hiperinflación en 1990, caracterizado por una economía más cerrada, también con un rol altamente predominante del estado en cuanto a gastos, fijación de precios, salarios, tipos de cambio y tasas de interés. Finalmente el período 1991-1997, en el que se presenta una economía más abierta, con financiamiento genuino (no inflacionario) y flexibilidad de precios.

Figura 2.: Box Plots 1970-1995. Todas las Provincias.



Fuente: Elaboración Propia con Datos del PBG.

Las figuras *box-plots* son una representación de las características más importante de un conjunto de datos. Su mayor ventaja es que, debido a su representación bidimensional, varios *box-plots* pueden ser observados

⁴ Ver Carlos Rodriguez, Universidad del CEMA.

simultáneamente sobre el mismo gráfico permitiendo un estudio dinámico de la evolución de algunas características de la distribución; por ejemplo, la existencia de outliers, la dispersión o concentración de los datos o la simetrías u otras características de la distribución.

Un box-plot con todos sus elementos puede ser observado en la figura 2. El eje vertical representa la escala de la variable, en nuestro caso el PBG per capita dividido por la media nacional. La caja representa los rangos intercuartiles, el cuartil 0,75 es el límite superior de la caja y 0.25 es el inferior. Por construcción el 50% de la masa de la probabilidad está contenido en la caja. La altura de la caja representa el rango Intercuartiles va a mostrar una caja de mayor altura, indicando que el 50% de la densidad de x es relativamente más dispersa. Por otro lado, una caja más pequeña indica que el 50% de la densidad de los datos están relativamente más concentrados.

La línea horizontal dentro de la caja es la mediana o el cuartil 0,50 una medida de posición de la distribución de la variable. La posición de esta línea en relación con la parte superior o inferior de la caja provee información sobre la forma de la distribución. Si la mediana no está en el centro de la distribución, la distribución es asimétrica. Aparecen dos líneas verticales en la parte superior o inferior de la caja. Los puntos extremos de estas líneas muestran los valores superiores e inferiores. Sobre la base de los rangos intercuartiles $R(\xi_{.25})$, el valor adyacente superior es definido como el valor observado de la variable representada no mayor a $\xi(75) + 1.5 R(\xi_{.25})$ y el valor adyacente menor es el valor observado como la variable no menor que $\xi(75) - 1.5 R(\xi_{.25})$.

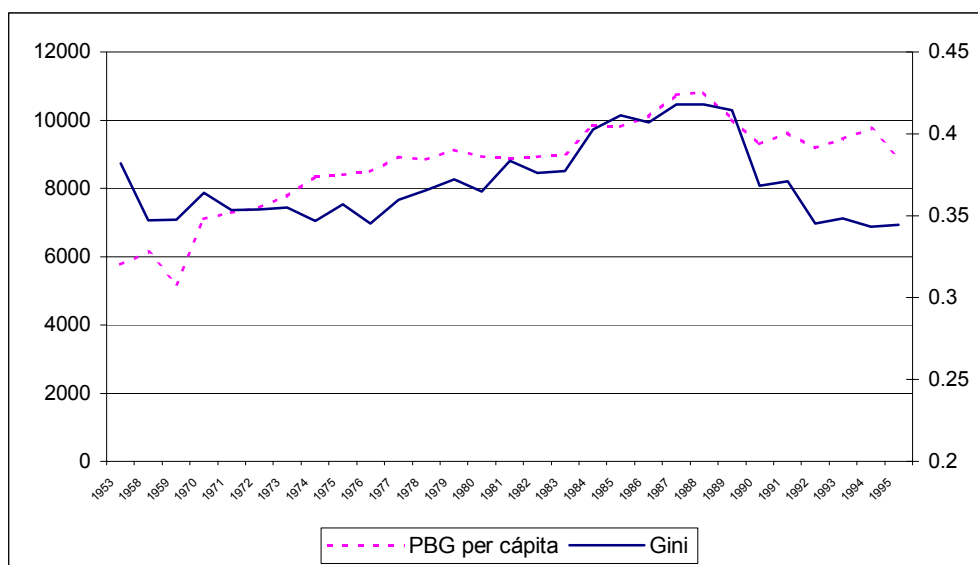
Finalmente, las observaciones situadas más allá de los valores adyacentes son *outliers*, están representadas por puntos individuales.

Los valores adyacentes juegan un rol doble. Por un lado, definen el rango de las observaciones que no son consideradas atípicas. Por otra parte, indican la distancia entre los valores extremos de estas observaciones y de los *outliers*, permitiéndonos observar su distancia o acercamiento a la mayoría de la distribución. Es posible que no haya *outliers*, de tal forma que los valores adyacentes sean los valores extremos del conjunto de observaciones, el máximo o mínimo de la distribución.

Los *box-plots* resumen una gran cantidad de información por dos razones: La determinación y la evolución de los *outliers* y en el análisis de la dispersión o concentración de la distribución, más precisamente del 50% de la densidad de probabilidad asociado con $R(\xi.25)$.

En la Figura 2 se observa la representación de los *box-plots* para distintos años. La caja que representa el 50% de los datos se hace más pequeña en el transcurso de los años lo que indica una mayor concentración del PBG per capita relativo a la media. La línea inferior guarda la misma dimensión en los cuatro casos analizados, la superior varía perdiendo importancia en los años intermedios que la recupera en 1995. Los *outliers* están presentes en todos los casos, pero cabe destacar que van disminuyendo en número y distancia en 1995. Por último, las medianas tienden a ubicarse de forma que la distribución es más simétrica.

Figura 2.1 Evolución del PBG y del Gini (1953-1997).



Fuente: Elaboración Propia con Datos del PBG.

En la Figura 2.1 se presenta la relación entre la evolución del PBG y el Gini como medida de desigualdad se encuentra una disminución en el nivel de desigualdad⁵ a partir de 1991.

4. Dinámica de las distribuciones relativas a la media en base a matrices de transición.

Inicialmente se considera el desvío de cada provincia con respecto a la media del PBG per capita nacional de cada período. Así, un valor de 0.5 para una provincia en un período significa que la provincia tiene el 50% del producto medio para ese período.

Aunque la utilización de cadenas de Markov para explicar el comportamiento de la dinámica es de mucho valor debido a lo desarrollado del instrumental técnico relacionado con las cadenas, cualquier investigador que encara este trabajo se enfrenta al problema de cuántas clases establecer y con qué criterio formar las distintas clases. Básicamente existen tres estrategias para seleccionar las clases

- i. Seleccionar los valores que determinan la división entre las clases de acuerdo a algún criterio externo.
- ii. Que las clases sean equivalentes con percentiles de la distribución
- iii. No realizar ninguna división de clases y realizar el análisis sobre el “continuo” de la distribución.

En este trabajo se tomaron cinco clases, $\{-\infty; 0,45]$, $(0,45; 0,62]$, $(0,62; 0,9]$, $(0,9; 1,8]$ y finalmente $(1,8; \infty]$ y trabajamos con los quintiles. Se presentan las matrices de transición para los períodos '70-'82, '83-'90 y finalmente '91-'95 con horizonte de un año. Estas matrices resumen todas las propiedades relevantes de la dinámica distribucional, indicando además en las dos últimas líneas el valor de la distribución de largo plazo y la distribución inicial del período bajo análisis.

⁵ Se incluye esta medida de desigualdad que fue descripta en el capítulo 2 para relacionarla con los resultados del análisis de la dinámica de la distribución en el largo plazo .

Cada celda p_{ij} de esta matriz indica la probabilidad de que en el período bajo estudio, una economía se encuentre en el estado i inicialmente y cambie al estado j en el futuro.

Así, en la Tabla 2, se observan valores altos sobre la diagonal principal de la matriz, indicando de esta manera la existencia de persistencia y concordando así con los resultados obtenidos bajo el análisis de la beta convergencia. La persistencia la podemos contrastar aún mejor al observar la similitud existente entre la distribución de largo plazo obtenida desde la matriz de transición y la distribución inicial correspondiente al período 1970. Esta igualdad de distribución es un indicador adicional sobre la baja movilidad registrada durante este período así como los pocos cambios de forma en la distribución.

Tabla 2: Período 1970-1982. Horizonte un Año⁶.

Cambios	Clases	0,45	0,62	0,9	1,8	INF
45	0,45	0,92	0,08			
65	0,62	0,05	0,85	0,10		
66	0,9		0,14	0,80	0,06	
74	1,8			0,05	0,91	0,04
38	Inf				0,10	0,90
	Largo Plazo	0,15	0,28	0,22	0,25	0,10
	Dist. 1970	0,17	0,26	0,20	0,20	0,17

Cuando se observa lo acontecido entre 1983-1990, Tabla 3, parece ser que el advenimiento de la democracia produjo un cambio en la dinámica de convergencia. En este período emerge con claridad una distribución con dos picos, sesgada hacia las provincias más pobres: uno situado sobre la clase que se encuentra entre (0,45; 0,62] y el segundo con una menor densidad se sitúa por encima de la media, entre (0,9; 1,8]. En realidad, estos dos picos en la distribución ya se perciben al inicio del período, en 1983, sin embargo se puede confirmar que esto se profundizó con tendencia hacia empobrecer las provincias durante el resto del período.

⁶ Las Tablas 2,3,4,5,6,7 son de elaboración Propia con datos del PBG per capita del período señalado.

Junto con el cambio de forma en la distribución, con respecto al período precedente, puede apreciarse también un incremento en la dinámica intra-distribucional, como consecuencia de la reducción de algunos valores de la diagonal principal en la matriz.

Tabla 3: Período 1983-1990. Horizonte 1 año.

Cambios	Clases	0,45	0,62	0,9	1,8	INF
29	0,45	0,80	0,20			
53	0,62	0,09	0,89	0,02		
25	0,9		0,08	0,68	0,24	
42	1,8			0,12	0,85	0,02
20	Inf				0,05	0,95
	Largo Plazo	0,19	0,42	0,10	0,19	0,10
	Dist, 1983	0,12	0,29	0,17	0,29	0,13

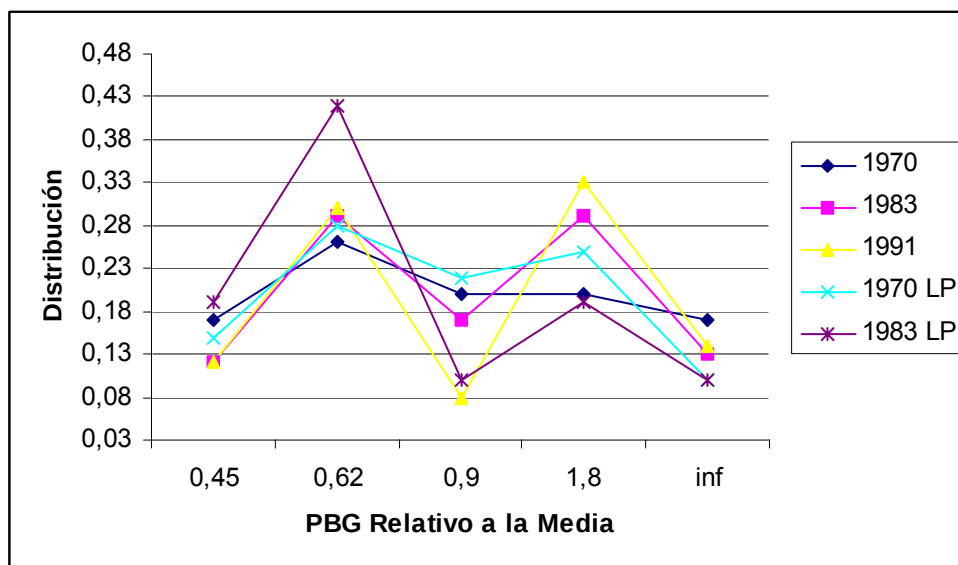
El surgimiento de dos picos, en el período '83-'90, se confirma y se acentúa hacia los extremos durante el período '91-'95, como puede observarse en la Tabla 4. Aunque no es posible realizar el cálculo de una distribución de largo plazo, la presencia de estados absorbentes en los dos extremos de la distribución nos indica claramente que subyace la estructura de una distribución bimodal degenerada en los dos extremos. Es decir, provincias que caen tienen un PBG per capita menor del 0.45 (Chaco, Formosa, Jujuy y Santiago del Estero) de la media nacional y perduran en esta clase.

Tabla 4: Período 1991 - 1995. Horizonte de 1 año

Cambios	Clases	0,45	0,62	0,9	1,8	INF
15	0,45	1,00				
21	0,62	0,05	0,83	0,12		
13	0,9			0,92	0,08	
32	1,8				0,97	0,03
15	Inf					1,00
	Largo Plazo	-	-	-	-	-
	Dist, 1991	0,12	0,33	0,08	0,33	0,14

Junto con la acentuación de la formación de dos clases extremas, el período 1991-1995 lleva aparejada una acentuación de la persistencia o baja movilidad de las provincias, indicada por los altos valores de la diagonal principal.

Figura 3: La distribuciones Iniciales contra las distribuciones del PBG.



Fuente: Elaboración Propia con Datos del PBG.

En la Figura 3 se presentan las distribuciones de corto y largo plazo, y al observar la dinámica de la distribución en conjunto es más fácil visualizar la tendencia hacia dos concentraciones, o sea hacia una distribución del tipo *twin peaked*. En la distribución de largo plazo obtenida a partir de los datos 1983-1990 encontramos una mayor concentración en las clases inferiores de la muestra.

A través de las matrices de transición y las distribuciones de largo plazo obtenidas se pueden corroborar los resultados sobre la baja convergencia o la existencia de persistencia antes del '83.

Por otra parte, también se puede observar la presencia de convergencia en algunos períodos. En particular para 1984-94 encontramos una fuerte velocidad de convergencia, como sugieren los resultados obtenidos mediante el análisis de beta convergencia. Sin embargo, sobre este punto se agrega la información que provee el trabajar sobre la dinámica de las distribuciones y de esta manera podemos

indicar que la convergencia pareciera producirse hacia la formación de dos grandes clases. Este proceso de estratificación comienza a percibirse en el período '84-'90 y se intensifica durante el período '91-'97.

También hay que decir que estas conclusiones dependen de la elección inicial de las clases que representan niveles de ingreso y, por lo tanto, al igual que en el caso de los períodos de análisis y de la elección de las variables, parece ser que: conocer el grado de convergencia de las regiones se encuentra condicionado a estos elementos que de alguna manera forman parte de la restricción metodológica.

Como se ha señalado, el problema principal en la utilización de las matrices se centra en la elección de las clases en forma arbitraria. Por esta razón se realiza un esfuerzo para obtener resultados más precisos y se estima la dinámica en base a los kernels estocásticos⁷. Para solventar la restricción a través del análisis del uso de kernel estocástico y mejorar de esta forma la matriz de distribución de probabilidad, se reemplaza el ingreso discreto por un continuo de estados.

5. El análisis de los períodos.

Como mencionamos anteriormente, debido a las diferentes situaciones estructurales que afectaron a la economía Argentina parece relevante realizar un análisis más detallado por subperíodos. En la Figura 8 se aprecia la existencia de multimodalidad en las distribuciones en cada período. A pesar del gran nivel de concentración existente en valores muy cercanos a la mitad del PBG nacional, se observa que existen picos de menor densidad; en el caso de 1970 se encuentra a dos veces el valor de la media y por encima de las dos veces y media. Por otro lado, para el período 1982 existe un pico que se encuentra en dos veces y media el PBG nacional.

⁷ Los Kernels estocásticos fueron estimados utilizando un programa desarrollado por Nicolás Garrido. Se utilizaron datos del PBG.

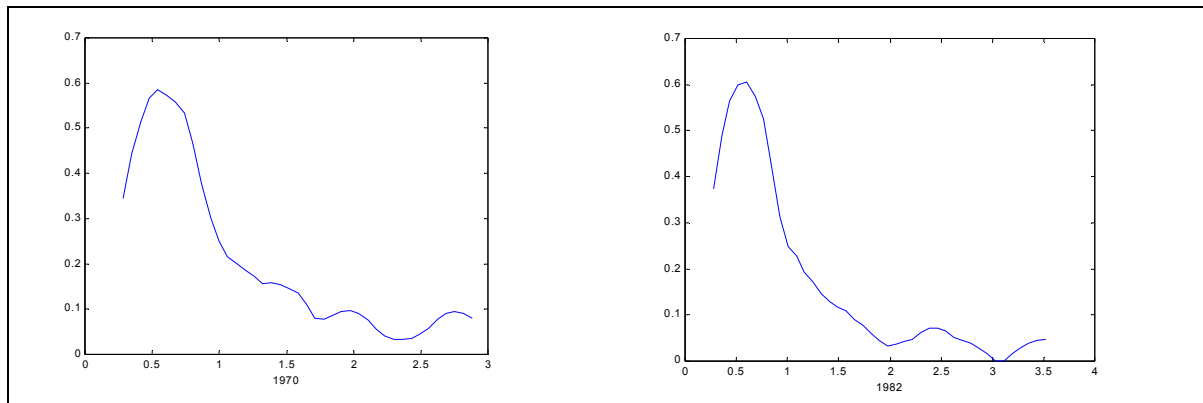


Figura 8: Distribución Producto Bruto Geográfico pc años 1970 y 1982

En la estimación del kernel estocástico de la Figura 9, nos encontramos con que toda la densidad se encuentra sobre la diagonal principal, indicando esto que no existen bruscos cambios en el nivel de producto entre las provincias durante este período. Sin embargo, se observa que la mayor movilidad se encuentra atraída hacia valores que se encuentran, por una parte, por debajo del valor medio nacional y, por otra, hacia valores altos de producto. En la Figura 9 se observa la presencia de picos en cada uno de los extremos.

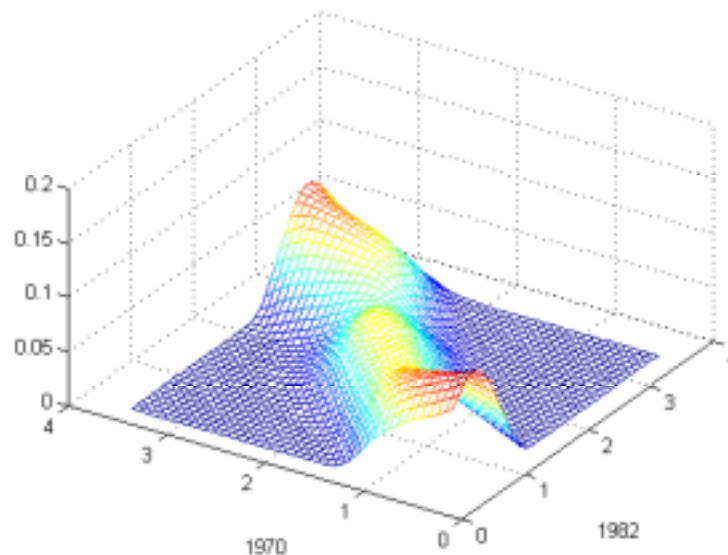


Figura 9: Kernel estocástico período 1970 a 1982

Sin embargo, otra información que resulta relevante a fines de comprender la dinámica de distribuciones es observar donde se encuentra la mayor concentración de provincias durante este período. Así, en la Figura 10, que muestra un gráfico de contornos del Kernel estimado, emerge claramente el elevado número de provincias que se concentran para un valor aproximado de 0.6 el producto bruto geográfico nacional.

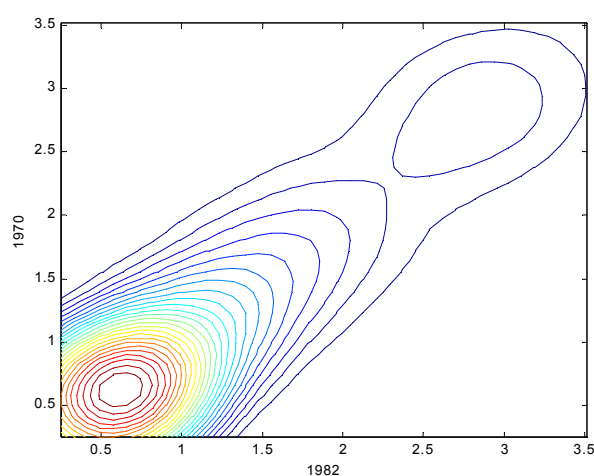


Figura 10: Contorno de Kernel 1970-1982

En síntesis, durante el período '70-'82 (Figura 11) el nivel de PBG per capita de las provincias argentinas indica que en el largo plazo la mayor concentración de provincias se produciría en el nivel de 0.6 veces la media nacional. Por otro lado, muy pocas provincias estarían concentradas entre 2.5 y 3 veces la media nacional, mostrando una notable diferencia en los niveles de producción entre las mismas.

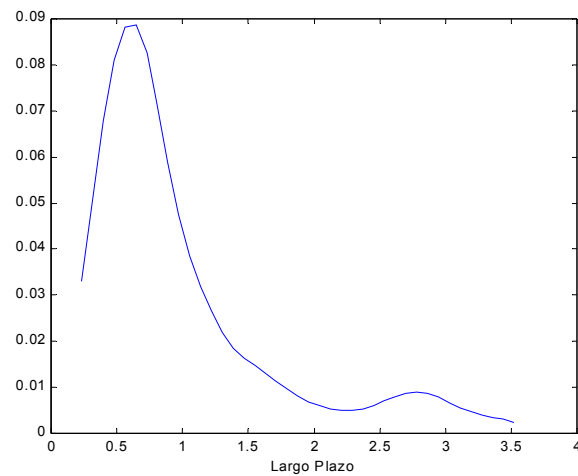


Figura 11: Distribución de Largo Plazo 1970-1982

La Figura 12, muestra la distribución inicial y final del período '83-'91. Como en el período anterior, es clara la presencia de alta concentración por debajo del valor medio y la presencia de un segundo pico de muy baja densidad pero dos veces y media alejada de la media nacional. Sin embargo, observamos que el rango de la distribución se ha incrementado con respecto a lo observado entre los años '70 a '82, indicándonos *a priori* que la desigualdad en este período ha empeorado.

El resultado más sorprendente emerge, sin duda, cuando se analiza el kernel estocástico estimado para el período '83-'91 de la Figura 13, debido a que no toda la concentración de densidad se ha instalado en la diagonal principal, indicando la presencia de saltos en las transiciones de las economías desde un nivel de producto per capita hacia otro.

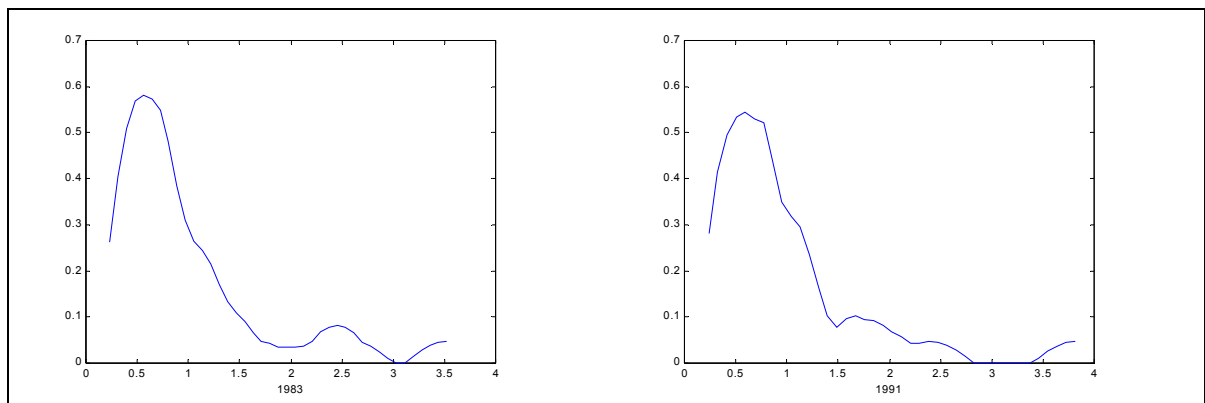


Figura 12: Distribución Producto Bruto Geográfico pc años 1983 y 1991

En otras palabras y recordando que el kernel estocástico nos informa sobre la dinámica intra-distribución, observamos que no existen provincias que lleguen a niveles aproximados a 3 veces la media nacional, sino que registran un salto hacia valores más altos y luego convergen hacia 5 veces la media nacional.

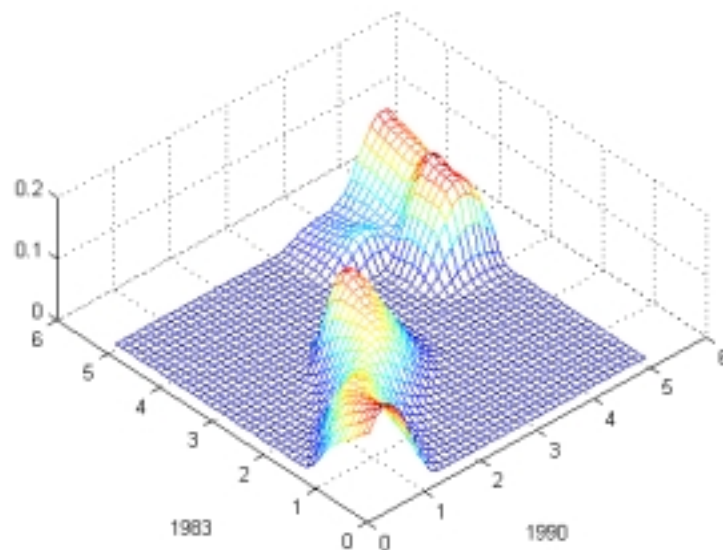


Figura 13: Kernel estocástico período 1983 a 1991

Claramente se observan dos áreas dinámicas: la primera se encuentra por debajo de 3 veces el nivel de riqueza medio nacional, y la segunda por encima de tres veces y media (Figura 13).

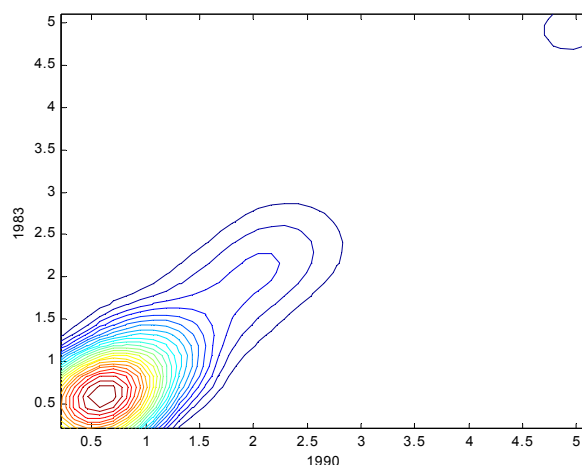


Figura 14: Contorno de Kernel período 1983-1991

En la Figura 14 de contornos, se ve un patrón que se repite: alta concentración de provincias por debajo de la media nacional. A diferencia del período anterior nos encontramos con que la concentración de provincias ricas es menor, pero se observa también que existe un grupo de provincias en el nivel de ingreso alrededor de cinco veces el ingreso promedio lo que puede dar lugar a una mayor dispersión.

Con lo analizado para este período y observando la Figura 15, es notable que la diferencia entre las provincias ricas y las pobres en el largo plazo se incrementa. Este aumento de la desigualdad se condice para este período con el análisis descriptivo de la Figura 2.1, sobre este punto volvemos luego para analizarlo en mayor profundidad.

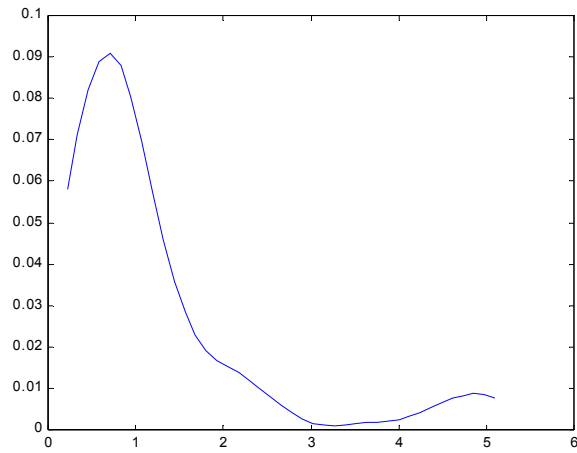


Figura 15: Distribución de Largo Plazo 1983-1991

Finalmente, para el último período de análisis '92-'95, en la Figura 16 observamos que la densidad estimada para el año 1992 tiene un patrón de comportamiento similar a las anteriores. Sin embargo, para el año 1995 se acentúa la presencia del segundo pico que se encuentra para el valor de dos veces la media y se reduce la dispersión de la distribución.

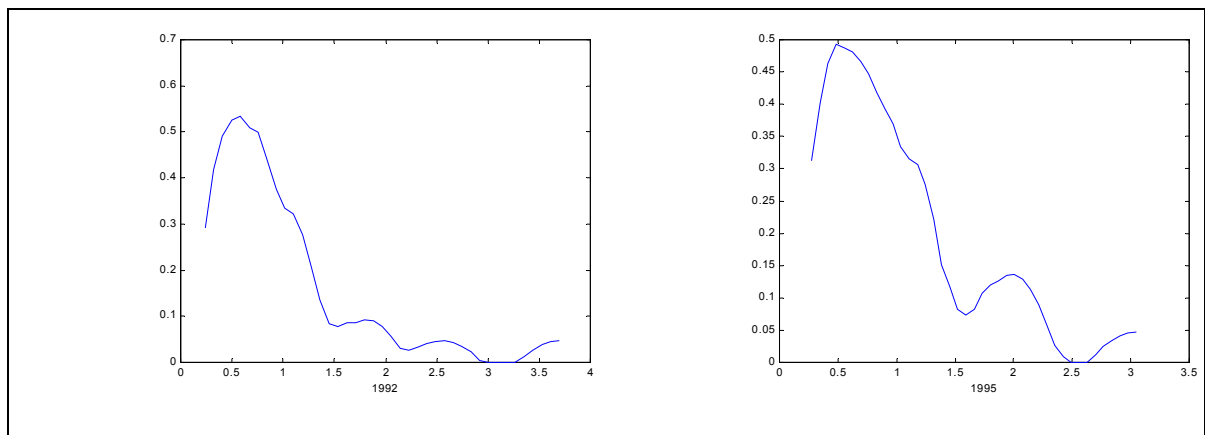


Figura 16: Distribución Producto Bruto Geográfico pc 1992 y 1997

La dinámica para este período, resumida en la Figura 17, muestra dos características que nos parece relevante resaltar. La primera es la presencia de tres concentraciones, que indican que los desplazamientos de provincias dentro de la distribución se encuentran en tres áreas diferentes y en segundo lugar se observa que las provincias muy ricas tienden a reducir su nivel de riqueza y concentrarlo en tres veces el valor de la media nacional y las pobres como en todos los períodos anteriores tienden a converger a valores por encima de la mitad de la media.

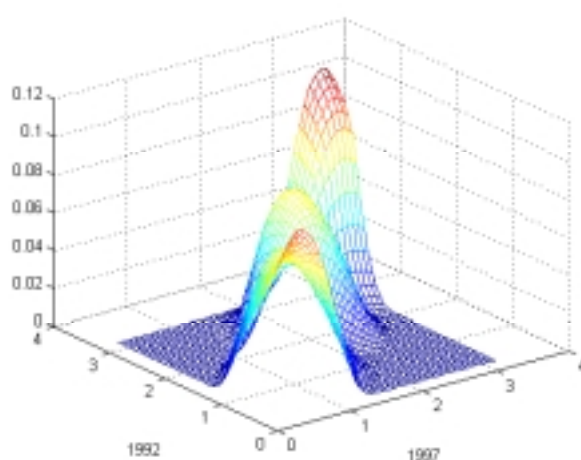


Figura 17: Kernel período 1992-1997

Como en todos los períodos analizados, el gráfico de contornos de la Figura 18 nos muestra que la mayor concentración de provincias se encuentra alrededor de 0.7 veces la media nacional. A su vez se observa en el gráfico de contornos que existe concentración, aunque en diferentes niveles, hasta niveles con un ingreso alrededor de tres veces la media.

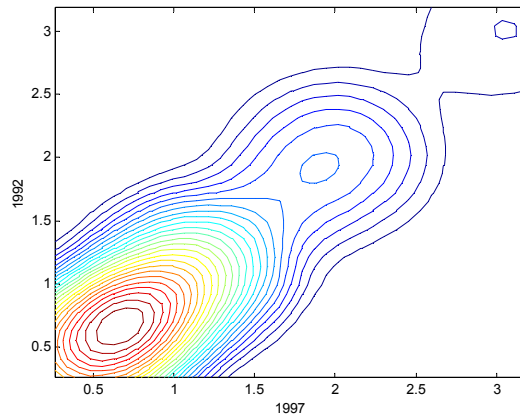


Figura 18: Contornos para Kernel 1992-1997

De acuerdo con lo que observamos en la Figura 2.1, la trayectoria recorrida por el coeficiente de desigualdad exhibe un cambio en la tendencia de la desigualdad hacia un menor nivel de desigualdad, tendencia que se mantiene hasta el final del período que se analiza, a su vez podemos observar que la dispersión para este período se ha reducido y de acuerdo a los datos, en el largo plazo esperamos que la dispersión disminuya, es decir, la diferencia entre provincias pobres y ricas. Otro dato a tener en cuenta es que la Figura de contornos muestra concentraciones, aunque con distintas concentraciones para todos los niveles de ingreso.

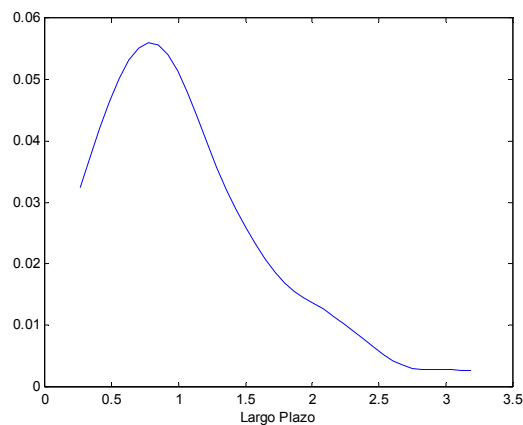


Figura 19: Distribución de largo Plazo 1992-1997

6. La dinámica de la distribución para las provincias argentinas. Un análisis en base a kernels estocásticos.

Para comprender lo sucedido en cuanto a la dinámica de la distribución desarrollamos el ejercicio tomando el período en su conjunto, para luego obtener los resultados parciales de los períodos elegidos de acuerdo a un criterio de cambios estructurales y compararlos con los resultados obtenidos en base a las matrices de transición.

La variable que se utiliza para formar la distribución es el desvío de cada provincia con respecto a la media del PBG per capita de cada período. Así, un valor de 0.5 para una provincia en un período significa que la provincia tiene el 50% del producto medio o producto nacional per capita para ese período.

Para facilitar la interpretación del kernel estocástico se presenta un ejemplo en la figura 4. La probabilidad de que una provincia que posee un nivel de ingreso igual a dos veces la media en 1970 se mueva hacia ese mismo nivel de ingreso en 1997 es aproximadamente de 0,06; a su vez, la probabilidad de que una región que posee 4 veces la media se mueva hacia un nivel de ingreso medio es nula y que se mueva a 5 veces la media es de 0,12. Por otra parte, el gráfico de contornos nos permite ver la concentración de dicha movilidad, el color rojo muestra la mayor concentración y el azul la menor.

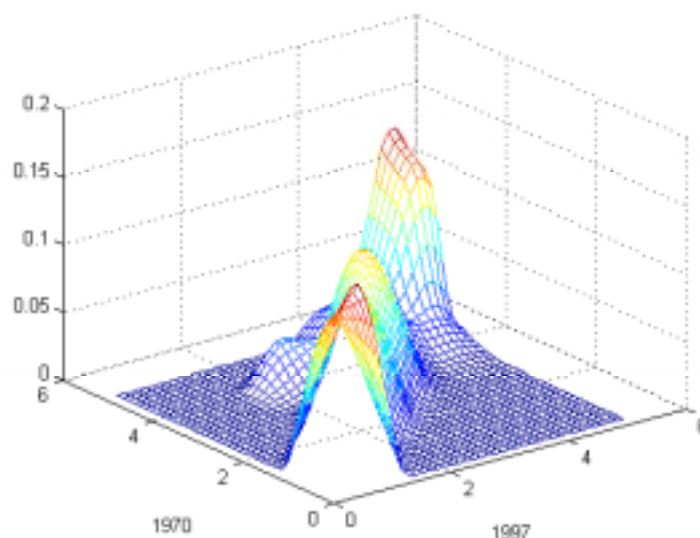


Figura 4: Kernel estocástico período 1970 a 1997.

En la figura 4 se muestra el kernel estocástico para el período 1970 a 1997. Se observa, en primer lugar, que una gran parte de la concentración de densidad en la diagonal principal con un salto en la zona que representa cuatro veces el PBG per capita medio hacia el nivel de riqueza mayor; a su vez se visualiza un aumento en la probabilidad localizado a la izquierda de la diagonal que señala un movimiento desde un nivel de riqueza de aproximadamente 3 veces la media hacia un nivel de riqueza menor cercano a dos veces. Las mayores concentraciones de movilidad se encuentran en los picos extremos de la figura.

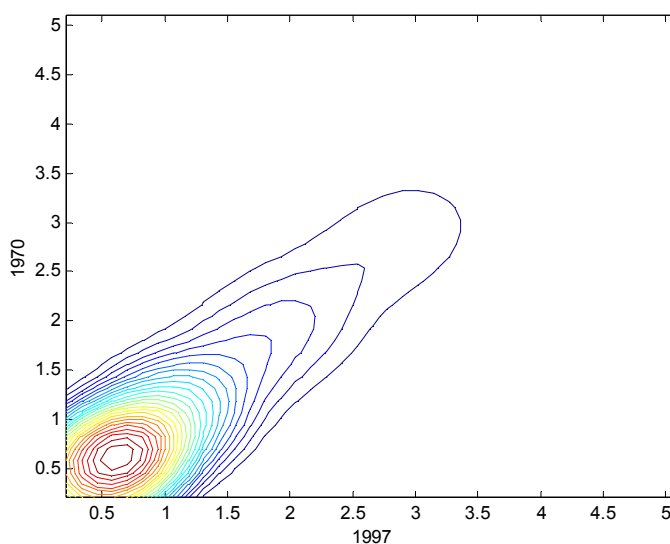


Figura 5: Contornos para Kernel 1970-1997.

Otra información relevante al objeto de comprender la dinámica de las distribuciones es observar dónde se encuentra la mayor concentración de las regiones durante este período. Las figuras que exhiben los contornos para Kernel nos brindan esa información. Así, la Figura 5 muestra un gráfico de contornos del Kernel estimado donde emerge una alta concentración de provincias que se sitúan en un intervalo aproximado entre 0.2 y 1.2 de la media del producto nacional. Debe tenerse, pues, en cuenta que a partir de 1,5 veces la media la concentración es muy baja.

Finalmente, la distribución de largo plazo para el período de análisis 1970-1997 muestra una concentración alrededor del valor medio del producto con una incipiente segunda concentración alrededor de tres veces la media; es de destacar que la concentración de riqueza prácticamente desaparece a partir de cuatro veces la media.

Este mismo ejercicio lo hemos realizado tomando como referencia las regiones españolas al objeto de desarrollar un análisis comparativo con Argentina. Las conclusiones indican que durante el período 1984-95 el nivel de PIB per capita de las regiones de España en el largo plazo (Figura 7) se orienta hacia una concentración en torno a dos picos muy marcados, uno alrededor del valor promedio del PIB y otro alrededor de cuatro veces la media, con una estrangulación en torno a las regiones que poseen entre tres y cuatro veces el promedio.

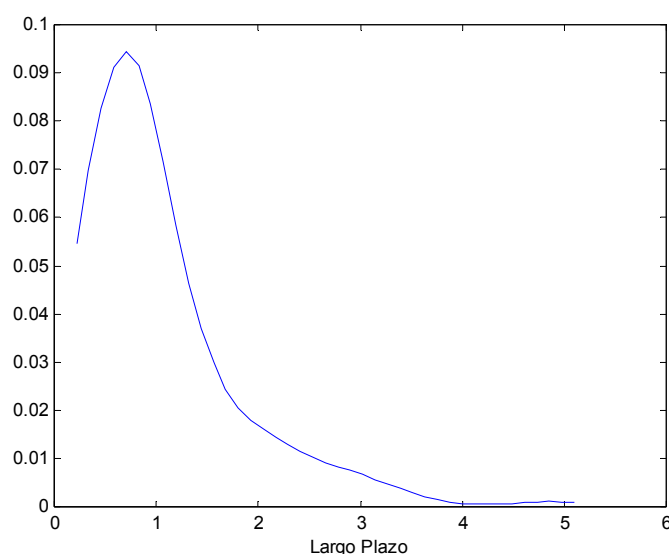


Figura 6: Distribución de largo plazo 1970-1997.

De acuerdo con estas estimaciones las regiones españolas en el largo plazo convergerían en dos clusters, uno que atrae a las regiones relativamente más pobres y otro a las más ricas. Este resultado se confirma para otros países de Europa: en particular Italia, que ofrece una figura similar a largo plazo (Fabiani, 1997).

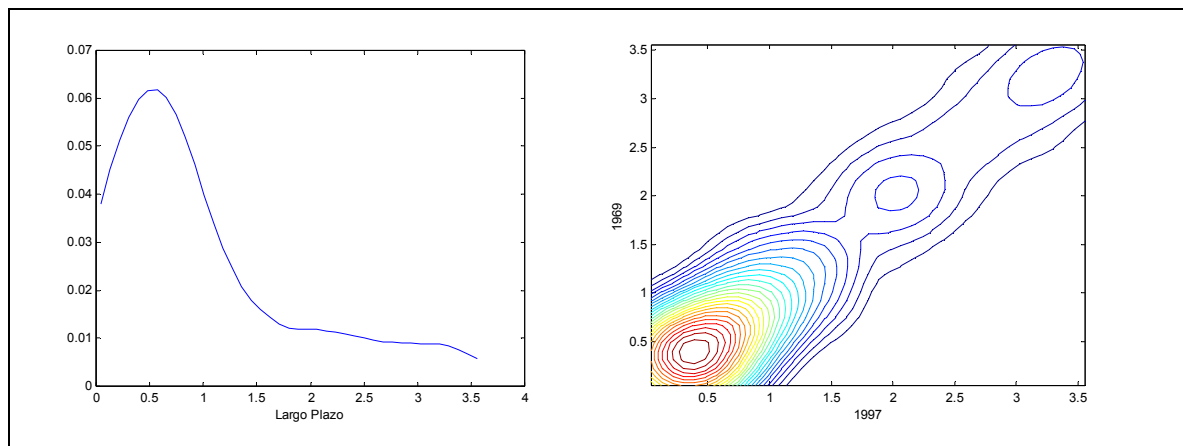


Figura 7: Distribución del PIB interior en el Largo Plazo y a la derecha

Diagrama de Contornos. España 1970-97

7. Relación entre los modelos de crecimiento y el análisis de Quah.

Quah (1993b) ⁸concluye que el ingreso del mundo se está moviendo hacia una distribución bimodal (*twin peak*) formando dos clusters, uno que agrupa a los países ricos y otro a los pobres. Los países que quedan en medio de la distribución son países en transición hacia uno de los extremos de los grupos a largo plazo. Esta situación es un problema ya que las clases medias serían un puente por el cual los pobres podrían transitar hacia el grupo de los ricos. A medida que esta clase desaparece la esperanza de los pobres de poder enriquecerse desaparece. A estos clusters se los denomina comúnmente clubes de convergencia⁹.

Entender la naturaleza del club de bajos ingresos sería una tarea importante para diseñar estrategias que ayuden a eliminarlos. La evidencia empírica señala que en vez de converger a los ingresos de los países ricos estos países están divergiendo de ellos.

⁸ Durlauf y Jonson (1995) utilizando una regresión análisis *tree* también encuentran sustento empírico para la existencia de clubs de convergencia.

⁹ Los clubs de convergencia tienen su primer aparición en la literatura de Baumol (1986).

Feyrer (2001) hace un análisis de este fenómeno. El autor sostiene que mirando al interior de los componentes del producto per capita, se encuentra que el nivel de K/Y está convergiendo fuertemente hacia el nivel de la OECD indicando que la proporción de capital no es el determinante de la distribución con dos picos o clubes de convergencia.

Por otro lado, el residuo de la productividad, exhibe movimientos muy similares a la distribución del producto per capita y aparece como una causa próxima a los resultados de los dos clubes de Quah.

Este resultado indica que los modelos de trampas de desarrollo que descansan mono-causalmente sobre el capital físico o humano no están soportados por los datos. Modelos como el de Howitt (2000) descansan sobre trampas de desarrollo en productividad las cuales dan lugar a la creación de clubs de convergencia. La idea es que hay un umbral que permite a los países beneficiarse de los derrames (*spillovers*) tecnológicos parece ser una de las adecuadas¹⁰.

La distribución marginal del residuo de la productividad con respecto a los niveles del capital humano muestra un posible umbral; la apertura es otro.

En un nivel más general, los modelos que descansan sobre un solo factor de producción que generan un producto cuya distribución es bimodal, pueden no ser los más adecuados para entender este tema.

Hay tres clases de modelos que identifican trampas de desarrollo en la literatura teórica: modelos de capital físico, modelos de capital humano y modelos de productividad. Estas tres clases de modelos pueden potencialmente explicar los resultados encontrados por Quah de la distribución *twin peaked*.

En la investigación de Feyrer, utilizando la técnica de Quah, se examina la distribución del capital físico y humano mediante una función de producción. El autor calcula el residuo de la productividad utilizando el método propuesto por Hall y Jones (1999). Los resultados llevan a concluir que la distribución del capital humano y físico tiende a una distribución unimodal, en cambio el residuo

¹⁰ Podríamos relacionar la importante inversión extranjera con alto nivel tecnológico con una incipiente formación de estas trampas en Argentina a partir de 1990.

tecnológico se está moviendo hacia una distribución bimodal como muestran los resultados de Quah sobre la distribución del producto¹¹.

El hecho de que la productividad esté en la raíz de la distribución bimodal se refleja en la importancia que dan los trabajos a las diferencias de productividad como causa de las disparidades en los ingresos entre los países o regiones. Sin embargo, los resultados sugieren que la acumulación de los factores puede tener efectos dinámicos importantes sobre la productividad. En el largo plazo países con alto nivel de capital humano terminan en el pico de altos niveles de productividad y los que tienen bajos niveles de capital humano se agrupan con los países con bajo nivel de productividad. La interacción entre capital humano y productividad puede estar causando el agrupamiento en el nivel bajo. Estos resultados parecen alentadores en el sentido que los movimientos en la distribución del capital humano muestran abandono de los niveles bajos del mismo. La distribución conjunta indicaría que el pico de menor nivel desaparecería a medida que el número de países con capital humano bajo va disminuyendo. Los resultados presentados en esta investigación señalan la importancia de analizar las interacciones entre los factores de producción. Más aún el examen de estas interacciones no pueden ser limitadas a un derrame (*spillover*) estático.

7.1 Relación con los datos.

Entre la regiones españolas, así como entre las Italianas y de varios otros países,¹² se encuentra la forma distribución bimodal o una tendencia a ella. La mayoría los países desarrollados dibujan una forma de distribución bimodal, como es el ejemplo de Italia. España tiene una incipiente distribución bimodal que podría tender a pronunciarse en los próximos años (Figura 7).

Una explicación para el caso de España podría ser el resultado de la incorporación de tecnología que está realizando España como consecuencia del proceso de convergencia con la Unión Europea.

¹¹ El trabajo muestra Beta y Sigma convergencia en capital humano y en capital físico pero encuentra divergencia en el residuo de la productividad.

¹² Entre otros, India y Perú describen el mismo patrón de comportamiento en Odar (2001) y Bandyopadhyay (2000).

Podríamos sospechar que las regiones argentinas aún no dieron el salto necesario para construir una brecha importante de productividad entre dos grupos representativos. La brecha se da entre un grupo que representa el nivel relativamente bajo- alrededor de la media- que es el que contiene la mayoría de las provincias argentinas y uno relativamente más rico, con muy pocas regiones y con algunas economías en transición en el nivel de tres veces la media.

En la Figura 6 se observa una mayor importancia en la cola derecha hasta valores de cinco veces la media pero con muy poca concentración, o sea existen fuerzas que tienden a formar ese segundo grupo alrededor de un nivel mayor de ingreso pero aún se manifiesta en forma muy incipiente.

El análisis entre períodos da indicios de formación de clubes, los cuales pueden estar representando a sectores que son relativamente más productivos y que en su posición de adelantadas logran rentas superiores. Sería importante continuar el análisis para detectar si estos diferenciales progresan o si son incorporados por un mayor número de provincias diluyendo esta brecha y aumentando el producto total de las provincias.

8. Conclusiones.

En este trabajo se pretende focalizar el análisis de la convergencia desde un punto de visto empírico que está incentivando a nuevas líneas de investigación teórica.

En términos generales y de acuerdo a los resultados obtenidos, no podemos hablar de una distribución bimodal en el largo plazo. En cambio, al analizar los sub-períodos encontramos una dinámica incipiente a la formación de un segundo Cluster. En la estimación de largo plazo de la distribución 1970-1997 esto se traduce en una mayor importancia de la cola derecha de la distribución.

En base a estas estimaciones un punto interesante surge al comparar el comportamiento del índice Gini presentado en la Figura 2.1 con la dinámica de la distribución del ingreso. El índice de Gini muestra una tendencia creciente con un particular empeoramiento de la desigualdad desde 1983 hasta 1990 y a partir de entonces se vislumbra una mejora en la distribución del ingreso. Este

comportamiento bajo el análisis de la dinámica de la distribución se traduce en una menor dispersión en la distribución del PBG, como se observa en la Figura 19, que representa la distribución de largo plazo del PBG para el período 1992-97, los datos se distribuyen en el intervalo 0-3 mientras que el intervalo de la distribución para el período 1983-91 es más disperso ya que abarca desde 0 hasta 5 veces la media nacional (Figura 15). La mejora en la distribución aparece como una mayor concentración del PBG debido a la transición de economías desde el tramo que contiene las provincias ricas (el cual se visualiza luego de una pequeña estrangulación de la distribución que da lugar al agrupamiento de las relativamente más ricas en la Figura 15) hacia el tramo de los niveles del PBG que se concentran desde el 1.5 al 3.5.

El desplazamiento de la distribución del producto hasta 3 veces la media podría ser la incipiente aparición de una segunda concentración que daría lugar a pensar en una brecha entre unas pocas provincias que están ganando ventaja en incorporar tecnología y están creciendo en productividad aunque no con la fuerza y concentración suficiente para crear una distribución bimodal como es el caso de Italia o España.

La incorporación de tecnología y el aumento de sectores relativamente más productivos puede haber dado lugar a esta multimodalidad en las distribuciones de corto plazo. Mientras que la distribución de 1970-1997 abarca niveles de ingreso de cuatro veces la media y hasta cinco, la estimación de la distribución de largo plazo de acuerdo a lo sucedido en 1992-97 muestra menor dispersión y la segunda formación es incorporada a la que posee mayor densidad en forma de un aumento de la cola derecha.

El análisis de los *box-plots* afirma los resultados de las estimaciones kernels, presentando una distribución más simétrica en 1995 que en 1985, a su vez se encuentra menor presencia de *outliers*.

Nuestro siguiente foco de atención va a centrarse en la desigualdad del ingreso a nivel de microdatos (Capítulo VII) y su papel en el proceso de convergencia. Asimismo, profundizaremos el análisis en los determinantes de dichos procesos, en particular la educación.

ANEXO.

Se realiza en estas notas una formalización sobre como explicar en un marco formal la dinámica de las distribuciones, basadas fundamentalmente sobre el trabajo de Quah (1997).

Sea F_t la distribución per capita del Producto Bruto Geográfico de todas las provincias en el periodo t . Asociada con F_t sea una medida λ_t en el espacio medible $(\mathbf{B}, \wp)$. Donde $\mathbf{B}$ es un espacio de Banach de un conjunto de funciones finitamente aditivas y acotadas sobre el espacio medible $(\mathbf{R}, \mathfrak{R})$ y $\wp$ representa una σ -álgebra de Borel generada por los subconjuntos abiertos de $\mathbf{B}$.

La razón por la que utilizar medidas de probabilidad en un espacio de Banach es que por un lado, las distancias pueden ser definidas entre dos medidas de probabilidad, por lo tanto tiene sentido hacer referencia a dos medidas, y a sus distribuciones asociadas, como más cercanas o más lejanas. Además si se define conjuntos abiertos de medidas de probabilidad, y así conseguir inducir σ -álgebra de Borel sobre medidas de probabilidad, se puede modelar elementos aleatorios extraídos desde el conjunto de medidas de probabilidades, o conjunto de distribuciones. Los datos de interés cuando modelamos las dinámicas de las distribuciones son precisamente elementos casuales tomando valores que son medidas de probabilidad.

Luego si $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$ es el espacio de probabilidad que subyace a las distribuciones, entonces λ_t es el valor de

un mapa medible tal que $\Lambda_t: (\Omega, \mathcal{F}) \rightarrow (\mathbf{B}, \mathcal{B})$. Así por lo tanto $\{\Lambda_t : t \geq 0\}$ representa un proceso estocástico.

En este punto, nuestro interés será el de encontrar una ley de movimiento que nos ayude a modelar este proceso.

Una propuesta conceptualmente muy clara, que es la indicada por Quah, es la de suponer un proceso autoregresivo de primer orden tomado de la teoría estándar de serie de tiempos.

Así se tiene

$$\lambda_t = \Gamma(\lambda_t, u_t) = \Gamma_{u_t}(\lambda_{t-1}), t \geq 1$$

donde Γ es un operador que mapea el producto de las medidas junto con las perturbaciones generalizadas μ a una medida de probabilidad; y Γ_μ absorbe las perturbaciones en la definición del operador.

Como se puede observar esto no es más que una ecuación en diferencias estocástica tomando valores que son medidas enteras, que representa la evolución de las distribuciones per capita a través de todas las provincias.
