



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO

**ESTIMACIÓN EMPIRICA DEL MODELO DE CRECIMIENTO
ECONÓMICO DE SOLOW EN SU VERSIÓN AMPLIADA. UN
ENFOQUE DE DATOS DE PANEL PARA AMÉRICA LATINA
1961-2011.**

TESIS

Que para obtener el Título de

LICENCIATURA EN ACTUARÍA

Presenta

C. JHONATAN CRUZ VILLANUEVA

Asesor: DR. EN E. EDUARDO ROSAS ROJAS

Atizapán de Zaragoza, Edo. de Méx. MAYO 2017



Centro Universitario
UAEM Valle de México

Introducción

Desde hace muchos años y en la actualidad, el crecimiento económico ha sido uno de los tópicos más controversiales y relevantes. Diversas corrientes han surgido para tratar de encontrar la respuesta al crecimiento económico. Algunas de ellas creen que el crecimiento debe ser endógeno, es decir, que se generen las condiciones internas necesarias para crecer, como el capital humano y el capital físico, solo por mencionar algunas. Otros más piensan que debería ser exógeno, en otras palabras, que factores ajenos contribuyan al crecimiento.

Diversos autores de renombre como Solow, Sala-i-Martin, Mankiw, Romer y Weil, entre otros, han realizado diversos estudios para tratar de hallar la respuesta del crecimiento económico.

En el presente trabajo se plantea la hipótesis de que el ingreso por trabajador es explicado por la inversión física, la tasa de crecimiento de la tecnología, la tasa de crecimiento de la depreciación, la tasa de crecimiento poblacional y como variable clave, el capital humano.

Para validar dicha hipótesis se retomará el modelo de datos de corte transversal que propusieron Mankiw, Romer y Weil en su tiempo, con la diferencia de que para este caso en específico, se aplicará una metodología de datos de panel con información de la Penn World Table 8.0 de 1961 hasta 2011 para Latinoamérica, tomando en cuenta a los países más representativos de la región. Cabe señalar que cuando se mencione al modelo de Mankiw, Romer y Weil, se hace referencia al modelo de Solow en su versión ampliada, es decir, son sinónimos.

En el primer capítulo se hace mención de las diversas teorías que existen sobre el crecimiento económico. De la misma forma, se hace alusión de las diversas corrientes y autores que de alguna forma han influido en el desarrollo de nuevas teorías o estudios sobre el crecimiento económico. Para efectos de este trabajo, la corriente por la cual se toma partido es la del crecimiento económico endógeno, es decir, se piensa que las economías pueden crecer desde adentro o por sí solas sin necesidad de factores externos y por este motivo se toma como referencia el

modelo de Solow en su versión ampliada o también conocido como el modelo de Mankiw, Romer y Weil.

Por su parte, en el segundo capítulo se hace referencia a los antecedentes del capital físico, del capital humano, de la tecnología y al crecimiento poblacional en la región de Latinoamérica, con el propósito de que se tenga una visión más clara y amplia del tema en cuestión.

Finalmente, en el capítulo 3 se explica la metodología del uso de los datos de panel y posteriormente se procede a realizar la parte más significativa de este trabajo, la estimación empírica del modelo, en dónde se sabrá si tanto la teoría como la parte empírica del modelo planteado realmente pueden ser aplicadas a la región Latinoamericana. Asimismo, para que el modelo planteado sea fácil de entender, en la estimación empírica se entenderá al crecimiento del ingreso por trabajador o variable dependiente como "Lcgdp". Como variables independientes se tiene al capital físico; la tecnología, el crecimiento poblacional y la depreciación (como una sola variable) y el capital humano como: "Li_y", "Ldpg" y "Hc" respectivamente.

Capítulo 1. Teorías del crecimiento económico

1.1 La teoría neoclásica del crecimiento económico

Siguiendo a los padres de la mecánica clásica de fines del siglo XVIII, los primeros neoclásicos intentaron establecer las leyes naturales de la ciencia económica. El análisis marginal jugó un papel muy importante en la creación de las teorías del consumo y la producción, así como en los mercados microeconómicos estableciendo los puntos de equilibrio. (Di Filippo, 2009, p. 185).

En 1956 Solow creó una propuesta teórica en base a las principales premisas de la teoría neoclásica. De esta forma Solow tomó como variable exógena al progreso técnico, el cual afecta la productividad total (Di Filippo, 2009, p. 186).

El modelo Neoclásico de crecimiento económico desarrollado por Solow (1956), Cass (1965) y Koopmans (1965), ha permitido el desarrollo de un sistema económico mejor estructurado. Por otro lado, el modelo de Brock y Mirman (1972) ha sido tomado como el sustento teórico en diversos análisis económicos (Crespo, 2002, p. 3).

A partir de la visión teórica neoclásica original, comenzó a imponerse entonces la versión del crecimiento con progreso técnico endógeno, encabezada por los autores Romer (1986 y 1990) y Lucas (1988). A partir de esta modernización, la teoría neoclásica se sustentó básicamente sobre tres pilares:

- 1.- Las asimetrías en los mercados imperfectos
- 2.- El surgimiento de las Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)
- 3.- La creación de instituciones como La Organización Mundial del Comercio, Fondo Monetario Internacional, etc. (Di Filippo, 2009, p. 186).

Los neoclásicos, al dar prioridad a la autorregulación de los mercados, suponen una macroeconomía de largo plazo y pleno empleo. Por otro lado, los neoclásicos encontraron que, tanto la teoría de juegos como el monopolio y el oligopolio, afectan los precios de mercado (Di Filippo, 2009, p. 185).

También, Di Filippo (2009) asevera que los neoclásicos reconocieron el papel del Estado en la regulación y en su intervención en las políticas públicas (fiscales, monetarias y otros) (p. 185).

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de la corriente neoclásica:

Vertiente teórica	Teorías y modelos	Hipótesis	Supuestos e inferencias	Tipo de regulación	Principales políticas
NEOCLÁSICO med 70's - 1990	Neoclásicas de crecimiento y movilidad de factores (Meade, Solow, Swan, etc.)	El libre juego de las fuerzas del mercado propicia la convergencia económica	Concurrencia perfecta, rendimientos constantes, rendimiento decreciente del capital; la demanda se ajusta pasivamente a la oferta; progreso técnico exógeno	<i>Pasiva</i> : Estado neutral y subsidiario vela por el libre juego de las fuerzas del mercado y asegura el orden económico monetario y fiscal, sin interferencia sectorial o regional	Políticas de liberalización económica y de desregulación orientadas a asegurar el libre juego de las fuerzas del mercado; no se considera necesario aplicar políticas regionales específicas de carácter general

Fuente: Mattos, C. A. D. (1999). Teorías del crecimiento endógeno: lectura desde los territorios de la periferia.

Según la teoría neoclásica, los precios y las cantidades de los productos, así como la distribución del ingreso se determina en base a un:

- a) Sistema de preferencias
- b) Conjunto de técnicas disponibles
- c) Cantidad o dotaciones de factores productivos disponibles

A partir de estos datos, se determina el equilibrio en todos los mercados.

La cantidad de un factor varía inversamente con sus precios relativos, debido a:

- 1) La posibilidad de reemplazar bienes
- 2) Obtener el mismo producto pero con distintas proporciones (Jiménez, 2011, p. 184).

Para finalizar, en 2002, Crespo puntualiza que, el modelo neoclásico de crecimiento económico se ha convertido en la piedra angular del estudio moderno de las fluctuaciones económicas (p. 2).

1.2 Una breve exposición del modelo de Solow (1956)

“A Contribution to the Theory of Economic Growth” de Solow surgió como crítica al modelo de Harrod-Domar (Knife-edge), el cual llevaba al desequilibrio, ya sea a un elevado desempleo o una inflación de largo plazo.

Solow excluye las proporciones fijas del filo de la navaja, las cuales consisten en que el producto (PIB) es proporcional al capital invertido y además la inversión es proporcional al ahorro, es decir, rendimientos constantes. Por otra parte, “aplica la ley de proporciones variables (rendimientos decrecientes); con éste supuesto el producto aumenta a una tasa menor que el incremento del capital” (Rodríguez José de Jesús, 2005).

En consecuencia, Solow reemplazó la relación capital-producto (K/Y) y trabajo-producto (L/Y) constantes por una más rica y más realista representación de la tecnología y determinó que la tasa de crecimiento de producto por unidad de trabajo (Y/L) es independiente de la tasa de ahorro (y por tanto, de la inversión) y depende enteramente de la tasa de progreso tecnológico en el sentido más amplio (Rodríguez José de Jesús, 2005).

En un tercer ensayo de, "Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth", Solow afirma que es necesaria una alta tasa de formación de capital si se va a acelerar el crecimiento del producto y la productividad, pero no cree que eso sea todo lo necesario, ya que, concluye que la formación de capital solo es una de tantas vías de crecimiento de la productividad. Por ello, la inversión es una condición necesaria pero insuficiente para el crecimiento e **incorpora la investigación, la educación y la salud pública como elementos del mismo** (Solow Robert M. (1962), Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth, The American Economic Review. Vol. LII: 76-86, citado por Rodríguez José de Jesús).

Por otra parte, "el crecimiento de la economía debe aumentar la productividad del capital (K/Y) y el ahorro a una tasa cada vez mayor: no basta que el ahorro de ayer sea invertido hoy, es decir, que el ahorro sea igual a la inversión, sino que la inversión que se haga hoy debe ser mayor al ahorro de ayer" (Domar, Evsey D. (1947, 1985). "Expansión y Empleo" en Mueller, M.C., op. Cit. pp. 290-308, citado por Rodríguez José de Jesús, 2005).

En el modelo anterior "existe una relación ahorro-inversión-ingreso-productividad del capital, es decir en la acumulación de capital y el resultado a corto plazo es el crecimiento económico, empleo y rendimientos crecientes" (Rodríguez José de Jesús, 2005).

1.3 El crecimiento exógeno y endógeno

1.3.1 Crecimiento exógeno

Los modelos neoclásicos de crecimiento exógeno se fundamentan básicamente en el modelo de Solow (1956). Consideran que las variables que se incluyen en ellos son exógenas y que gracias a la hipótesis de la existencia de rendimientos decrecientes, se llegaría a alcanzar la convergencia real entre las economías, sin que se necesite la intervención del decisor político para favorecer este proceso.

Por lo que se refiere al progreso técnico, estos modelos lo consideran exógeno y en los modelos iniciales no se intentaba explicarlo por lo que concluían que jugaba un papel significativo en el crecimiento (Solow, 1956, citado por Galindo, 2009, p. 184).

Como ya se mencionó anteriormente, los modelos de crecimiento exógeno parten de las aportaciones de Solow y Swan (1956), en los que se introduce una función de producción con rendimientos constantes a escala y decrecientes para cada uno de los factores productivos, junto al supuesto de mercados perfectamente competitivos, lo cual conduce a la economía a una situación de equilibrio sostenido a largo plazo con pleno empleo. Esta situación de equilibrio se corresponde con tasas nulas de crecimiento de la renta per cápita. Este último resultado, junto a la necesidad de explicar las tasas de crecimiento positivas que se observan empíricamente en las distintas economías, justifican la introducción del progreso tecnológico como el factor exógeno que determina la existencia de tasas de crecimiento positivas a largo plazo de la renta per cápita. Es precisamente debido a esta necesidad de introducir mejoras técnicas generalizadas y exógenas, por lo que a estos modelos se les denomina de crecimiento exógeno (Galindo, 2011, p. 43).

1.3.2 Crecimiento endógeno

A mediados de los ochenta surgen nuevos modelos que, alejándose del supuesto de rendimientos decrecientes para los factores acumulables, tratan de encontrar una explicación endógena al proceso de crecimiento. Los modelos de crecimiento endógeno introducen la posibilidad de alcanzar un equilibrio dinámico con tasas de crecimiento positivas que ahora no estarán explicadas por el crecimiento exógeno de la productividad global. Por el contrario, se afirma que el proceso de crecimiento sostenido es un fenómeno endógeno a la propia dinámica de la economía, y de esta circunstancia se deriva la denominación de esta nueva corriente (Barro y Sala-i-Martin, 1995, p. 38, citado por Galindo, 2011, p. 46, 47).

Romer (1986), Lucas (1988) y Rebelo (1991) reanimaron el debate relativo a la teoría del crecimiento con el inicio de una nueva etapa: el crecimiento endógeno (Noriega, 2001, p. 96).

En los modelos de crecimiento endógeno la explicación de un crecimiento sostenido del ingreso por habitante no recae en variables exógenas, sino que se encuentra en las condiciones económicas y tecnológicas que enfrentan los empresarios y trabajadores, lo que estimula una mayor inversión, el desarrollo de nuevas tecnologías o ambas cosas (Rosende, 2000, p. 101).

Otra perspectiva sobre los modelos de crecimiento endógeno es la que ofrece Galindo (2009), en donde menciona que se afirma que las variables son endógenas, y que los rendimientos no tienen por qué ser decrecientes, de tal manera que el decisor político tiene ahora cierto margen de maniobra para actuar (p. 184).

Asimismo, Mattos (1999) explica que los modelos de crecimiento endógeno, tienen como rasgo distintivo básico su estructuración en torno a una función de producción donde la tasa de crecimiento depende básicamente del stock de tres factores: capital físico, capital humano y conocimientos (progreso técnico), que pueden ser objeto de acumulación y, además, genera externalidades (p. 191).

Gerald (2007), afirma que para la visión endógena hay cuatro factores que explican el proceso de crecimiento, además, esos factores generan externalidades positivas y son percibidas como fundamento para justificar la intervención del Estado. Estos son:

- 1) Capital físico. Los rendimientos crecientes son el fundamento del crecimiento económico en los primeros modelos. Romer (1986) atribuye el crecimiento a la acumulación de capital físico. Además no rompe totalmente con la hipótesis de los rendimientos constantes a escala, pues considera que es así para cada empresa, pero en contraparte existen rendimientos de escala crecientes relacionados con las externalidades positivas de las inversiones.

- 2) Capital público de infraestructura. El Estado al intervenir en las infraestructuras puede conducir al mejoramiento de la productividad de las empresas privadas. En 1990, Barro en su primer modelo recalcó que las infraestructuras facilitan la circulación de las informaciones, de los bienes y de las personas. El impuesto (que es destinado para financiar esas inversiones) juega un papel positivo sobre el crecimiento.
- 3) Investigación y desarrollo (I-D). La investigación y el desarrollo, son considerados como una actividad con rendimiento creciente. Esto es debido a que el saber tecnológico es un bien no-rival y además es difícil asegurar su uso exclusivo, es decir, su costo de apropiación es mínimo. La actividad de innovación llevada a cabo por algunos agentes con el fin de obtener algún beneficio, genera el crecimiento económico.
- 4) Capital humano. El capital humano es definido como el stock de conocimientos que es valorizado económicamente e incorporado por los individuos (calificación, estado de salud, higiene...). Esta idea de la acumulación de capital humano fue puesta en valor en 1988 por Lucas, que desarrolló en su modelo el capital humano voluntario que corresponde a una acumulación de conocimientos (schooling) y la acumulación involuntaria (learning by doing) (pp. 8, 9).

En este sentido, los defensores de los modelos de crecimiento endógeno consideran que los de crecimiento exógeno no proporcionaban conclusiones satisfactorias, ya que están sujetos a una serie de limitaciones y carencias que hacen que se cuestionen los resultados obtenidos. Básicamente, se pueden concretar en las siguientes (Lecaillon y otros, 1995 y Artus, 1993, citado por Galindo, 2009, p. 184):

- a) Resulta muy difícil admitir que el esfuerzo inversor, los procesos de investigación y desarrollo (I+D), el gasto público o la fiscalidad no tengan ningún efecto a largo plazo sobre la tasa de crecimiento.

- b) Los modelos neoclásicos no permiten conocer las causas por las cuales las tasas de crecimiento son diferentes entre países.
- c) No explican de forma convincente por qué no se producen movimientos de capital de los países ricos hacia los pobres, en los que la productividad marginal del capital es mayor y, en los que de acuerdo con las hipótesis neoclásicas, dichos flujos deberían ser mayores.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen del crecimiento endógeno:

Vertiente teórica	Teorías y modelos	Hipótesis	Supuestos e inferencias	Tipo de regulación	Principales políticas
ENDOGENO 1990 - ?	Nuevas teorías neoclásicas del crecimiento o de crecimiento endógeno (Romer, Lucas, Barro, Rebelo, etc.)	El juego de las fuerzas del mercado no asegura la convergencia económica	Crecimiento depende de acumulación de capital físico, humano y técnico; externalidades y rendimientos crecientes; generación endógena de progreso técnico	<i>Intermedia:</i> regulación con el propósito de generar un ambiente favorable a la valorización del capital, atractivo para la inversión privada	Políticas públicas buscan asegurar gestión de externalidades y provisión de bienes públicos, garantizar derechos de propiedad intelectual y física, regular sector financiero y relaciones económicas externas, eliminar distorsiones económicas y mantener marco legal garante del orden público; política regional orientada a activar el potencial endógeno del lugar

Fuente: Mattos, C. A. D. (1999). Teorías del crecimiento endógeno: lectura desde los territorios de la periferia.

La principal contribución de los modelos de crecimiento endógeno es la de aportar y justificar las distintas situaciones en las que pueden aparecer los rendimientos no decrecientes para el factor capital, constituyendo así un paso adelante en la búsqueda de los determinantes del crecimiento (Galindo, 2011, p. 47).

Finalmente, conforme al razonamiento general que caracteriza a estos modelos, la tasa de acumulación de los factores productivos (en especial la de cambio técnico) y, por tanto, la tasa de crecimiento, antes que de factores exógenos, dependen básicamente de las decisiones adoptadas en un determinado y concreto entorno económico. Es decir, el nivel de ingreso a largo plazo de un determinado territorio estaría determinado por la acumulación de capital físico, capital humano y conocimientos, donde los niveles respectivos pueden considerarse como variables endógenas, determinadas por decisiones de ahorro e inversión motivadas por expectativas de ganancias (Mattos, 1999, p. 192).

1.4 El Modelo de Romer

En los años noventa surgió la teoría endogenista o “nueva teoría del crecimiento” (Barro et al. (1997); Agenor, Pierre-Richard y Montiel, Peter J. (2000), Agénor, Pierre-Richard. (2000, 392.515), citado por Rodríguez José de Jesús, 2005).

En 1994 Romer en “The Origins of Endogenous Growth” afirma que los endogenistas piensan que el crecimiento económico es un resultado endógeno del sistema económico y no el resultado de externalidades (Rodríguez José de Jesús, 2005).

Asimismo, en su ensayo de 1986 “Increasing Returns and Long-Run Growth”, **la acumulación de conocimientos (knowledge) es el protagonista**. El conocimiento como insumo lo considera como rendimiento creciente además de que presenta efectos positivos externos (externalidades-spillovers); mientras que la producción de nuevos conocimientos tiene rendimientos decrecientes, Romer. (1986). p. 1013, citado por Rodríguez José de Jesús, 2005).

Romer concluye que **la economía con mayor stock de capital humano experimentará un crecimiento más rápido, así como el libre comercio internacional puede acelerar el crecimiento**. El modelo también sugiere que un bajo nivel de capital humano puede explicar por qué no se observa crecimiento en los países subdesarrollados cerrados (Rodríguez José de Jesús, 2005).

Siguiendo la idea de Romer, el punto clave para que exista un crecimiento acelerado y tangible, es la inversión en el capital humano, ya que entre más conocimientos tenga la gente, el resultado será una aportación de ideas innovadoras que conduzcan a un crecimiento.

Por otro lado en el caso de los países cerrados que no invierten en capital humano, el crecimiento se verá mermado por la carencia de conocimiento y experiencia por parte de las personas residentes en dicho país, así como por su

falta de experiencias en relación a otros países que intercambian tecnología, conocimientos, etc.

1.5 El modelo de Lucas

Lucas en 1988 publica “On the Mechanics of Economic Development” que junto con el de Romer 1986, establecen las bases de la nueva teoría del crecimiento.

Lucas toma de referencia el modelo de Solow y Edward Denison, considerándolo inadecuado como modelo de desarrollo económico, por ello, realiza modificaciones para **incluir los efectos de la acumulación del capital humano, y lo propone como motor de crecimiento alternativo al modelo de Solow** (Rodríguez José de Jesús, 2005).

Dichas modificaciones dan origen a una teoría endógena, “donde el crecimiento es **impulsado por el cambio tecnológico, el desarrollo del conocimiento, la educación, el aprendizaje, del capital humano en un mundo competitivo y de la liberalización comercial**, dejando de lado los factores productivos tradicionales” (Rodríguez José de Jesús, 2005).

En comparación a sus predecesores, Lucas tuvo una visión más amplia y mejor detallada sobre los motores que impulsan el crecimiento económico, en donde la fuente principal es el capital humano.

Lucas, no solo se conformó con incluir al capital humano como tal, él la llevo de lo general a lo particular, es decir, separo al capital humano en muchas otras variables (educación, aprendizaje, desarrollo de conocimiento, etc.).

1.6 El modelo de Mankiw, Romer y Weil

Mankiw, Romer y Weil señalan que en 1956 el artículo de Solow propone que el estudio del crecimiento económico se inicie asumiendo una función de producción neoclásica estándar con decrementos en el rendimiento de capital. Tomando las tasas de ahorro y crecimiento poblacional como exógenas, demostró que estas dos variables determinan el nivel de estado estacionario del ingreso. Entre más alta es la tasa de ahorro, más rico el país se vuelve. Entre más alta sea la tasa de crecimiento poblacional, más pobre será el país (p.407).

Sala-i-Martin (2000) desarrolla el modelo de Solow partiendo de la siguiente ecuación:

$$Y_t = F(K_t, L_t, A_t).$$

Dónde: K (Capital), L (Trabajo) y A (Tecnología).

Dicha ecuación es llamada “función producción”, la cual presenta las siguientes propiedades:

- 1) La función de producción presenta rendimientos constantes a escala. Si multiplicamos K y L por una constante arbitraria, λ , entonces la producción también se multiplica por la misma constante. Esta propiedad se conoce como homogeneidad de grado uno.
- 2) La productividad marginal de todos los factores de producción es positiva, pero decreciente. Ocurre algo similar con el capital: a medida que aumentamos el número de máquinas, la producción aumenta, pero lo hace tanto menos cuantas más máquinas tengamos ya en la fábrica.
- 3) Se debe satisfacer las condiciones de Inada. Éstas exigen que la productividad marginal del capital se aproxime a cero cuando el tiende a infinito y que tienda a infinito cuando el capital se aproxima a cero, $\lim_{K \rightarrow \infty} \frac{\partial F}{\partial K} = 0$, $\lim_{K \rightarrow 0} \frac{\partial F}{\partial K} = \infty$
(pp. 12-15)

La ecuación fundamental de Solow-Swan se escribe:

$$\dot{k}_t = sAk_t^\alpha - (\delta + n)k_t$$

Dónde: s (tasa de ahorro), δ (tasa de depreciación o tasa delta), A (nivel tecnológico constante), n (número de personas), k_t (stock de capital per cápita), \dot{k}_t (crecimiento de capital por trabajador).

Sala-i-Martin interpreta la ecuación de la siguiente manera: el stock de capital por trabajador aumenta con la diferencia entre el ahorro bruto de la economía y el término $(\delta + n)k$. Como la inversión sirve para aumentar la cantidad de máquinas, el stock de capital aumenta. δk quiere decir que cuantas más máquinas se deprecien en un momento dado, δ , menor es el aumento en el stock de capital por persona y finalmente [supone que $s=0$] nk nos dice que el stock de capital por trabajador disminuye por dos razones: la primera es que una fracción del capital se deteriora a cada momento y el segundo es que el stock de capital per cápita disminuye si el número de personas aumenta (pp. 21-22).

“Aunque el modelo [de Solow-Swan] predice correctamente los efectos del ahorro y crecimiento poblacional, no lo hace tan bien para predecir las magnitudes” (Mankiw, Romer y Weil, 1992, pp.407-408).

Mankiw, Romer y Weil (1992) **incluyeron la acumulación del capital humano, así como el capital físico [tomando en cuenta el ahorro, crecimiento de la población e ingreso del modelo de Solow]. Con estas nuevas variables el modelo de Solow aumentado parece mostrar una explicación más completa del porqué existen países más ricos que otros (p.408).** Así, ellos descubrieron en su modelo la falla de los países para converger en el ingreso per cápita.

Añadiendo el capital humano al modelo de Solow mejora su desarrollo, permitiendo eliminar anomalías inquietantes. Los parámetros estimados parecen razonables e incluso usando una variable proxy imprecisa para el capital humano, fueron capaces de disponer de una gran parte de la varianza residual del modelo.

1.7 La teoría poskeynesiana del crecimiento económico

Los poskeynesianos tratan cuestiones ignoradas o en gran medida desatendidas por Keynes, como el crecimiento económico, el conflicto social, la distribución de la renta y la inflación (King, 2002, p.7).

En los años treinta existían voces alternativas que insistían en el carácter revolucionario de la Teoría general y, al menos implícitamente, negaban que el pensamiento de Keynes pudiese ser asimilado a un caso especial del pensamiento económico dominante. Al hacer esto, Joan Robinson, Hugh Townshend y Nicholas Kaldor señalaban la dirección de lo que posteriormente se convertiría en la economía poskeynesiana (King, 2002, p. 25).

Joan Robinson (1903-1983) provenía de una familia inglesa de clase media-alta. Estudió en el Girton College de Cambridge, graduándose en 1925. Antes de la publicación de la Teoría general, Robinson había comenzado a escribir una serie de ensayos que extendían el análisis de Keynes a campos que él había ignorado o sobre los que había pasado por encima. Estos ensayos evidencian un acercamiento particular y no ortodoxo al mercado de trabajo, inflación, la política macroeconómica, lo que legitima considerar los *Enssays in the Theory of Employment* de Robinson como el primer texto poskeynesiano (King, 2002, pp. 25-26).

El segundo poskeynesiano fue el funcionario británico Hugh Townshed (1890-1974) quien debía su reputación casi por completo a un brillante artículo (Chick, 1987, p. 662) publicado en la sección Notes and Memoranda de *Economic Journal* de marzo de 1937. Townshed tenía una licenciatura en matemáticas por Cambridge, donde había preparado las oposiciones a funcionario bajo la supervisión de Keynes (King, 2002, p. 28).

El tercer poskeynesiano pionero, Nicholas Kaldor (1908-1986), fue un escritor tan prolífico como Keynes y casi igual de poco preocupado por lo que consideraba cuestiones insignificantes de lógica intelectual. Nacido en Budapest, Kaldor se convirtió en un estudiante de la London School of Economics (LSE) en 1927 en donde se mantuvo hasta 1947 cuando se fue a trabajar para las Naciones Unidas en Ginebra. En 1950 fue nombrado profesor en el King's College y pasó el resto de su vida como un economista de Cambridge. La relación cercana de Kaldor con Richard Kahn, Joan Robinson y Piero Sraffa representa un importante capítulo de la historia inicial de la economía poskeynesiana en Inglaterra (King, 2002, p. 30).

Es así que, gracias a los precursores del poskeynesianismo, esta corriente se estableció en los años 70 como una corriente alternativa a la teoría neoclásica. Si bien se nutrió de numerosos aportes a las teorías del ciclo, del crecimiento y del capital elaboradas anteriormente, en esos años hubo un ambiente favorable para que se difundiera esta opción como corriente alternativa (Ochoa, 2003, p. 252).

Algunos desarrollos poskeynesianos se basaron en la Teoría general, pero muchos otros, quizás la mayoría, tuvieron orígenes muy diferentes, a veces anteriores a 1936, como es el caso de los primeros ensayos de Kalecki. Y aunque la figura de Keynes fue la más notable de esta corriente desde el principio, y se intentó armar un programa coherente en torno a ella, con el tiempo se reveló la importancia de otros autores, cuyos aportes permitieron ampliar y matizar algunas ramas de análisis en las que Keynes no ahondó lo suficiente (Ochoa, 2003, p. 252).

En términos generales, y dentro del ámbito del crecimiento, esta corriente señala que la economía capitalista se caracteriza por ser inestable debido a la divergencia que existe entre los incentivos privados y los sociales, que conducen a fallos en la demanda efectiva. Así pues, el equilibrio solo es un caso particular de la tendencia general, que es el desequilibrio. El Estado es el encargado de hacer frente a dicha inestabilidad a través del gasto y frenando el poder de las grandes empresas y del sector financiero. (Galindo, 2011, p. 48).

En este ámbito, señalan que la acumulación de capital es importante para la economía, ya que influye en la inversión y, por consiguiente, en el nivel de empleo; y aquella surge cuando los empresarios esperan alcanzar unos mayores beneficios futuros. Ello significa, por tanto, que los animal spirit o expectativas empresariales son un factor significativo a la hora de potenciar la incorporación del capital, aumentando así el nivel de inversión (Galindo, 2011, p. 48, 49).

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de la corriente poskeynesiana:

Vertiente teórica	Teorías y modelos	Hipótesis	Supuestos e inferencias	Tipo de regulación	Principales políticas
KEYNESIANO 1930- med 70's	Keynesianas y postkeynesianas (Harrod, Domar, Kaldor, Robinson, etc.)	El libre juego de las fuerzas del mercado genera desempleo y acentúa las desigualdades económicas	Concurrencia imperfecta y rendimientos crecientes; externalidades	Activa: intervención estatal, tanto directa como indirecta, orientada a promover el crecimiento económico; se requieren políticas específicas para impulsar el crecimiento regional	Políticas públicas imperativas (inversión y empresas públicas) e indicativas (incentivos, subsidios, precios, aranceles, etc) diferenciadas sectorial y territorialmente

Fuente: Mattos, C. A. D. (1999). Teorías del crecimiento endógeno: lectura desde los territorios de la periferia.

Finalmente, para el poskeynesianismo, las últimas tres décadas atestiguan la aparición de un amplio espectro de temas que aún despiertan grandes interrogantes. A medida que se profundiza en ellos aparecen nuevas preguntas. Esto ha dado pie a la especialización, a la división social de trabajo entre los economistas, y ha llevado a entender que en la Teoría General, a diferencia de lo que muchos optimistas creían al principio, hay muchas más preguntas que respuestas (Ochoa, 2003, p. 252).

1.8 Hechos estilizados de Kaldor

Los trabajos de Kaldor iniciaron un nuevo sendero en la interpretación teórica de la relación tecnología-crecimiento-competitividad, así como de investigaciones empíricas para las economías abiertas capitalistas (Borgoglio y Odisio, 2015, p. 188).

Sus estudios de economía aplicada al crecimiento llevaron a postular la idea de la industria manufacturera como motor de crecimiento, basándose en los rendimientos crecientes estáticos y dinámicos a escala. Durante la década de los cincuenta, oponiéndose a las ideas subyacentes en la función de producción de la economía neoclásica, Kaldor había postulado una función de progreso técnico, en la que relacionaba el crecimiento del producto por trabajador con el incremento del stock de capital por trabajador (Kaldor, 1957, citado por Borgoglio y Odisio, 2015, p. 188).

Dentro de las ideas fundamentales de Kaldor para la época, esa función de dinamismo tecnológico dependía de la progresión de la acumulación de capital, que por su parte sería más intensa cuanto mayor fuera la inversión por trabajador (Borgoglio y Odisio, 2015, p. 189).

Asimismo, Kaldor estableció que el crecimiento de la productividad dependía endógenamente del crecimiento del producto (de la ampliación del mercado), desplegándose rendimientos crecientes a escala. Cuestionaba, de ese modo, la noción de limitaciones de oferta (del producto potencial), central en la teoría del crecimiento convencional (Amico, Fiorito y Hang, 2011, citado por Borgoglio y Odisio, 2015, p. 189).

Otra idea que nos proporciona Pons y Viladecans (1999) sobre Kaldor, es que éste propone que los factores de demanda disfruten de un gran protagonismo en la explicación del crecimiento económico frente a la tradición neoclásica que privilegiaba el papel desempeñado por los factores de oferta. Según este enfoque es la demanda la que provoca comportamientos diferenciados en los sistemas económicos, incorpora una concepción endógena del progreso técnico y además es de suma importancia para la evolución de la productividad. En este enfoque una expansión de la demanda favorece las posibilidades de crecimiento de la economía en el futuro puesto que se produce un incremento de la utilización de la capacidad productiva y ayuda a la inversión (p. 133).

Es así que, Kaldor explica el crecimiento económico mediante las economías de escala de carácter dinámico asociadas al proceso técnico, y el proceso de aprendizaje (learning by doing) que se deriva de la especialización que conlleva la expansión del producto, en otras palabras, el modelo se basa en que el crecimiento de la demanda provoca incrementos de la productividad agregada que, a la vez, inducen a un aumento de la competitividad que permite completar este círculo mediante un incremento de la demanda (Pons y Viladecans, 1999, p.133, 134).

Derivado del modelo de crecimiento de Kaldor, surgieron tres leyes las cuales ayudarían a alcanzar dicho crecimiento. Su historia se remonta a los debates sobre las consecuencias de los rendimientos crecientes dinámicos y estáticos y sobre el papel de la demanda real en la determinación de la trayectoria de crecimiento de largo plazo de la economía. Desde muy temprano Kaldor rechazó el paradigma neoclásico, y luego renunció a la representación formal y matemática de las ideas de desequilibrio y crecimiento endógeno, lo que llevo a retomar las enseñanzas de su maestro Allyn Young (1928) y de Adam Smith (1776) (citado por Moreno, 2008, p. 132).

Al respecto, Pons y Viladecans (1999) mencionan que, en el segundo lustro de la década de los años sesenta Nicholas Kaldor formuló tres proposiciones, a menudo conocidas como leyes de Kaldor, sobre las causas del crecimiento económico (p.131).

Del mismo modo, Borgoglio y Odisio (2015) señalan que Kaldor, en su conferencia de Cambridge de 1966, articuló una explicación novedosa con base en lo que se conocen como sus tres leyes. En concreto, sus tres leyes establecían que:

1. Existe una fuerte relación de causalidad entre el crecimiento del producto industrial y el crecimiento del producto total de la economía.

2. Existe una relación de causalidad positiva entre el crecimiento del producto industrial y el de la productividad del sector (Ley de Kaldor-Verdoorn, denominada así porque el primero de ellos se inspiró en un artículo de Verdoorn de 1949, “Factores que determinan el crecimiento de la productividad del trabajo”).
3. La productividad general del trabajo aumenta cuando la tasa de crecimiento del producto manufacturero se incrementa (pp. 191, 193).

Otra manera de abordar las leyes de Kaldor es la que nos ofrece Moreno (2008):

- Primera ley de Kaldor. Existe una fuerte relación de causalidad que va del crecimiento del producto manufacturero al crecimiento del PIB.

$$g_y = c + dg_m$$

$$g_y = c + z(g_m - g_{nm})$$

Donde g_y es la tasa de crecimiento del PIB y g_m la tasa de crecimiento industrial.

- Segunda ley de Kaldor. Existe una fuerte relación positiva ente el crecimiento de la productividad en la industria manufacturera y la tasa de crecimiento del producto.

$$p_m = a + bg_m; \quad 0 < b < 1$$

$$e_m = -a + (1 - b)g_m$$

Donde p_m es el crecimiento de la productividad del trabajo manufacturero, e_m la tasa de crecimiento del empleo en la industria y g_m la tasa de crecimiento del PIB industrial. Un coeficiente menor que 1 indica rendimientos crecientes a escala.

- Tercera ley de Kaldor. Cuanto más rápido es el crecimiento del producto manufacturero más rápida es la tasa de transferencia de trabajo de los sectores no manufactureros a la industria, de modo que el crecimiento de la

productividad total de la economía está asociado positivamente con el crecimiento del producto y del empleo industrial y correlacionado negativamente con el crecimiento del empleo fuera del sector manufacturero.

$$p_{tot} = c + kg_m - je_{nm}$$

Donde p_{tot} es la tasa de crecimiento de la productividad total, g_m la tasa de crecimiento del PIB industrial y e_{nm} la tasa de crecimiento del empleo en los sectores no manufactureros (pp. 138-141).

Pons y Viladecans (1999) puntualizan que las tres leyes indican que la industria y la productividad son factores determinantes para el crecimiento de la economía (p. 135).

Por último, los trabajos que Kaldor publicó después de 1966 constituyen una especie de reversión de la técnica analítica. En primer lugar, descarta el método de equilibrio por irrelevante, pues el desarrollo económico es ante todo un proceso de desequilibrio. En segundo lugar, complementa el enfoque de la oferta con el de la demanda, y hace de ésta una fuerza esencial en la determinación del ritmo de crecimiento de la economía en el corto y en el largo plazo. Por último, opta por un análisis cualitativo antes que cuantitativo, ya que privilegia el enunciado de las leyes empíricas y busca explicaciones endógenas y bicausales de los hechos estilizados, relegando la determinación de los valores de las variables a un lugar secundario (Moreno, 2008, p. 132).

1.9 Modelo de Thirlwall

En la teoría del crecimiento se encuentra una corriente teórica que considera la oferta de los factores (acumulación de capital, oferta de trabajo y el progreso tecnológico) como elementos endógenos al sistema económico que dependen del crecimiento mismo (Thirlwall, 1997, citado por García y Ruíz, 2008, p.3), así como también, el hecho de que las economías en el corto y mediano plazo tienden a

operar con cierto nivel de recursos productivos ociosos debido en gran parte a problemas de demanda efectiva (García y Ruíz, 2008, p. 3).

Dentro de esta corriente teórica se encuentra el modelo de Thirlwall llamado Modelo de crecimiento con restricción de la balanza de pagos (de enfoque keynesiano) (García y Ruíz, 2008, p. 3). Esta teoría tiene sus raíces teóricas en las ideas de Harrod (1933) y Kaldor (1975 y 1981) que buscaban establecer conexiones entre las teorías del comercio y del crecimiento económico (Clavijo y Ros, 2015, p. 14). La ley de Thirlwall es un modelo dinámico de crecimiento diseñado especialmente para economías desarrolladas (García y Ruíz, 2008, p. 3). El aporte de Thirlwall fue pasar de la dinámica verbal a la dinámica matemática cuando formalizó la idea bien conocida del estructuralismo de que el patrón de especialización comercial puede tener efectos importantes en el crecimiento económico de un país. Su modelo de crecimiento restringido por la balanza de pagos nos dice que una economía no puede crecer en el largo plazo más allá de la tasa de crecimiento que le impone el equilibrio de sus cuentas externas (Clavijo y Ros, 2015, p. 12).

García y Ruíz (2008) mencionan que Thirlwall otorga un papel significativo al sector externo –exportaciones- en la determinación del crecimiento económico, ya que cuando se presenta déficit en la cuenta corriente, éste no puede financiarse indefinidamente, por lo que el acceso a las divisas marca un límite a la tasa de expansión de la demanda agregada y con ésta también al producto (p. 4).

Otra aportación es la que Clavijo y Ros (2015) hacen respecto al modelo de Thirlwall, en el cual mencionan que el autor toma en consideración una economía que produce y exporta bien, el cual se asume no es consumido internamente, e importa un bien del resto del mundo, el cual también asume no es producido internamente. Thirlwall interpreta la restricción al crecimiento del producto por balanza de pagos como la condición de equilibrio a largo plazo de las cuentas externas (p. 15).

Por otro lado, en 2002 Perrotini menciona que en un trabajo seminal que estudia la dinámica de la economía internacional durante la etapa de Bretton Woods, A. P. Thirlwall (1979) formuló su teoría del crecimiento a largo plazo:

$$y_B = y_t = (\varepsilon/\pi)z = (1/\pi)x$$

Donde y_B es la tasa de crecimiento consistente con el equilibrio de la balanza de pagos; y_t es la tasa de crecimiento observada en el largo plazo; ε es la tasa de crecimiento del ingreso nacional; π es la tasa de crecimiento del ingreso internacional; z es la elasticidad precio de la demanda de exportaciones y x la tasa de crecimiento del volumen de exportaciones.

Esta es la ley fundamental del crecimiento de Thirlwall que establece que en el largo plazo la expansión de una economía particular se haya restringida por el equilibrio de la cuenta corriente de la balanza de pagos (BPC). De la lógica del modelo BPC se sigue igualmente que el sector externo es la clave para aumentar la tasa de expansión de largo plazo, dado que las exportaciones constituyen el único componente verdaderamente autónomo de la demanda agregada, según Thirlwall, y dado que hay un límite infranqueable a la capacidad que tiene un país para financiar un déficit en BP resultante de la expansión de la demanda (pp. 118-120).

De la misma forma, García y Ruíz (2008) presentan la expresión en su forma simple de la ley de Thirlwall:

$$y = \frac{x}{h}$$

Donde x es la tasa de crecimiento de las exportaciones (cantidades) y h la elasticidad ingreso de la demanda por importaciones.

La expresión anterior sugiere que el crecimiento del producto a largo plazo puede ser aproximado por la tasa de crecimiento del volumen de las exportaciones –exógenamente determinadas- respecto a la elasticidad ingreso de la demanda por importaciones (p. 4)

La principal implicación de este resultado es que para alcanzar una tasa de crecimiento del producto mayor se debe inicialmente aliviar la restricción de balanza de pagos, ya sea incrementando las exportaciones o reduciendo la elasticidad ingreso de la demanda por importaciones. Si esto es posible entonces la demanda puede ser expandida sin producir dificultades en la balanza de pagos, generando así, presión sobre la capacidad productiva; esta presión, así mismo, conduce a la generación de oferta propia a través de un incremento en las inversiones, incorporación de progreso tecnológico, mayor absorción del desempleo y mayor productividad (Pardo y Reig, 2002, citado por García y Ruíz, 2008, pp. 4, 5).

Pocos años después de Thirlwall (1979), Thirlwall y Hussain (1982) presentaron una versión más amplia que el modelo original de Thirlwall. Esta extensión implicó la inclusión de los flujos de capital y los términos de intercambio, los cuales implican un mejor ajuste para los países menos desarrollados. El modelo TH puede ser representado de la siguiente forma:

$$P_d X + F = P_f M E$$

Donde X es la cantidad de exportaciones; P_d es el precio de las exportaciones en moneda local; M la cantidad de importaciones; P_f es el precio de las importaciones en moneda extranjera; E es el tipo de cambio, y F es el valor de las entradas netas de capital nominal medido en moneda nacional (Verdier-Chouchane, 2005, p. 495, 496).

La idea principal del modelo TH es que las diferencias en las tasas de crecimiento son explicadas por las restricciones en la demanda en términos de moneda extranjera encontrados en la balanza de pagos (Verdier-Chouchane, 2005, p. 494).

Finalmente, la escuela liderada por Thirlwall, ha ido progresivamente incrementando las variaciones de su modelo inicial. El primer modelo expuesto por Thirlwall (1979) sólo consideraba la cuenta de bienes y servicios, dado el equilibrio comercial y el bajo efecto del flujo de capitales que presentaban las estimaciones de los países europeos que estudió. A medida que se podían probar diferentes consecuencias del recurrente déficit comercial en que incurren diversos países, en particular aquellos en vías de desarrollo, se incluyeron otras cuentas de la balanza de pagos. Dos de las consecuencias de esta incorporación fueron: el incremento de la complejidad de las ecuaciones y la aparición de cierto grado de especificidad de cada nuevo modelo, puesto que se intentaba estimar el crecimiento bajo las condiciones particulares del comportamiento de la balanza de pagos de cada país (Márquez, 2009, pp. 148, 149).

Capítulo 2. Antecedentes del capital físico, capital humano, crecimiento poblacional y tecnología en la región latinoamericana

2.1 La formación bruta de capital físico (Li_y)

Los economistas e historiadores económicos, en general, están de acuerdo en la propuesta de que en el largo plazo, el rápido crecimiento económico no tiene lugar sin grandes inversiones en capital fijo. Esa conexión cercana es demostrada en los estudios históricos de Kuznets y Maddison (Blomström, Lipsey y Zejan, 1993, p. 1)

Otros estudios son los realizados por Benhabib y Jovanovic (1991) (citado por (Blomström, Lipsey y Zejan, 1993, p. 4) quienes han desarrollado un modelo donde el motor (del crecimiento) es alimentado principalmente por el capital físico.

¿Pero qué es realmente el capital físico? Según la definición que da el banco mundial son todos aquellos edificios, máquinas y equipos técnicos utilizados en la producción más las existencias de materia prima, productos semi-terminados y productos terminados, es decir, es la inversión que se hace en la construcción de activos tangibles como edificios, carreteras, puertos, maquinaria que se utiliza en tareas específicas, etc.

García e Ibáñez (2003) ofrecen otra definición en donde señalan que los bienes de capital fijo duran más de un ciclo productivo. Por consiguiente, los bienes de capital fijo (máquinas), están sujetos a una depreciación paulatina por su utilización en algún proceso a lo largo de sucesivos ciclos productivos hasta que se reponen por otros nuevos (p. 147).

Además, no hay bienes de capital fijo perfectamente duraderos mediante la reposición periódica de sus piezas componentes. Los bienes de capital fijo, están sujetos además a gastos de mantenimiento, reparación y reposición parcial (piezas de repuesto) durante su vida económica (García e Ibáñez, 2003, pp. 147, 148).

Asimismo, cuanto más larga sea la vida económica de las máquinas menor será su cuota de depreciación periódica, aunque ésta se distribuya irregularmente en el tiempo; pero en general se incurrirá en gastos adicionales de mantenimiento, reparación y reposición parcial de tales bienes de capital. Cuando tales gastos adicionales crecen, aunque no sea monótonamente, a medida que avanza la utilización periódica de las máquinas, se dice que estas últimas tienen una eficiencia decreciente en el tiempo. Si tales gastos de mantenimiento, reparación y reposición parcial son idénticos en cada período entonces se dice que los bienes de capital fijo tienen eficiencia constante. La eficiencia creciente de las máquinas (gastos adicionales que decrecen aunque no sea monótonamente a medida que avanza la utilización periódica de las mismas) también es posible, aunque se trata de un caso verdaderamente raro (García e Ibáñez, 2003, p. 148).

Por otra parte, Moreno (2015) menciona que la importancia de la medición de la FBKF, fue comprendiéndose en la medida en que ésta fue utilizada como variable macroeconómica estratégica en el proceso productivo; y, además, como instrumento de medición para la proyección del crecimiento económico, que mediante el análisis del comportamiento del coeficiente técnico capital-producto fue estimulando la necesidad del estudio de los problemas conceptuales y estadísticos relevantes para obtener estimaciones refinadas del mismo.

La formación de capital se subdivide en:

Empresas Públicas y Privadas:

- i) Edificios, otras construcciones y obras.
- ii) Maquinaria y equipos.

Gobierno:

- i) Edificios, otras construcciones y obras.
- ii) Maquinarias y equipos.

En la FBKF se incluyen los gastos realizados en la adquisición de bienes de producción duradera, tales como los edificios, instalaciones industriales, las plantas de cultivos permanentes, etc. (p.9).

2.2 La inversión en capital humano (Hc)

En años recientes el tema del capital humano ha tomado gran relevancia, ya que autores como Lucas (1988), Romer (1990), Rebelo (1991), Acemoglu (1997), entre otros; han visto a este como un factor influyente en el crecimiento económico.

Pero esto no siempre fue así, anteriormente el concepto de capital humano no se conocía o bien no se tomaba en cuenta. El capital humano empezó a tomarse en cuenta entre los economistas en la década de 1960. Es en este periodo en donde algunos autores tratan de explicar el concepto de capital humano, a saber, Becker (1962 y 1964), Schultz (1960, 1961 y 1962) o Denison (1962 y 1964) (Giménez, 2005, p. 104).

En la década de 1961-70, se publicaron algunos de los primeros trabajos importantes sobre la importancia de la educación en el desarrollo, como el famoso estudio, titulado *El factor residual y el progreso económico*, publicado por la OCDE en 1964, en el que se presenta uno de los trabajos más importantes de Denison y otras contribuciones también de gran interés como la de Brown, Leicester y Pyatt. Durante el período 1970-90 fueron pocos los trabajos publicados sobre este tema, debido a dificultades de disponibilidad de datos (Neira y Guisan, 2002, p. 23).

En cuanto a la evidencia empírica de la relación entre el capital humano y el crecimiento económico, se encuentran Azariadis y Drazen (1990), Barro (1991), Mankiw, Romer y Weil (1992), Barro y Lee (1994), de la Fuente y da Rocha (1996), de la Fuente y Doménech (2001), etc. (Giménez, 2005, p. 104).

Tradicionalmente, los economistas se han interesado en el vínculo entre la educación o el entrenamiento y las capacidades de obtener un salario determinado, mientras los educadores se han interesado en producir educación y entrenamiento. En el esfuerzo por eliminar la pobreza, tal división se está rompiendo. Los profesores están interesándose en el vínculo que hay entre la educación y los ingresos; los economistas, por su parte, están poniendo interés en la producción de educación (Thurow, 1978, p. 62).

Actualmente, existen varios conceptos de capital humano, unos más elaborados que otros pero todos concluyen en que es un factor esencial para el crecimiento económico.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) define al capital humano como aquel que contribuye al desarrollo cultural e institucional, aumenta la cohesión social, posibilita la reducción de la delincuencia, favorece el interés por el cuidado del medio ambiente, permite mejorar las condiciones de salubridad y refuerza la participación en la vida política (OCDE, 1999, citado por Giménez, 2005, p. 104).

Thurow (1978) lo define como “las habilidades, talentos y conocimientos productivos de un individuo” (p. 11).

Neira y Guisan (2002) El capital humano es considerado como uno de los elementos de mayor trascendencia en el análisis de la competitividad de las economías (p. 2).

Madrigal (2009) lo precisa como “el conocimiento que posee, desarrolla y acumula cada persona en su trayectoria universitaria o de formación, así como la laboral y organizacional” (p. 69).

Como se puede apreciar existen múltiples puntos de vista entorno a la conceptualización del capital humano, por ello se presenta a continuación dos cuadros en los que más autores definen dicho concepto:

Cuadro 1

Conceptualización y alcance del capital humano

Teórico	Teoría
OCDE	CH lo define la OCDE, comprende “el conocimiento, habilidades, competencias y atributos personificados en individuos para facilitar la creación de bienestar personal, social y económico.”
Adam Holbrook, 2008	Capital Humano involucra habilidades y entrenamiento. Pero esas habilidades y entrenamiento pueden ser definidos como capitales solo si ellos son conceptualizados como factores que pueden generar algún valor en retorno.
Becker, Gary Stanley, 1992	Conjunto de capacidades productivas que un individuo adquiere por acumulación de conocimientos generales o específicos. La noción del Capital manifiesta la idea de un stock inmaterial imputado a una persona, que puede ser acumulado y usarse.
Nonaka y Takeuri, 1992	Señala que el CH es crear nuevos conocimientos, significa literalmente recrear la empresa y a cada uno de los que la conforman un interrumpido proceso de renovación organizacional y personal.
Stewart, Thomas A. Granica, 1997	El Capital Humano de la empresa ocupa el cuadrante superior derecho, enmarcado en las personas cuyo talento y experiencias crean productos y servicios por los cuáles los clientes acuden a ella en lugar de la competencia. Es un Capital.
Edwinsoon L y Mabre M.,2000	Definen el CH como todas las capacidades, conocimientos, destrezas y la experiencia de los empleados y directivos de la empresa. Pero, debe captar la dinámica de una organización inteligente en un ambiente competitivo y cambiante.
Swan-age Westphale, 2001	Conocimiento, capacidades, competencias y otros atributos encapsulados en los individuos y en las organizaciones, que han sido adquiridos a lo largo de su vida y que son utilizados para la producción de bienes, servicios o ideas en circunstancias de mercado

Fuente: Madrigal Torres, Berta Ermilia. Capital humano e intelectual: su evaluación.

Cuadro 2

El capital humano como estrategia de desarrollo y gestión del mismo

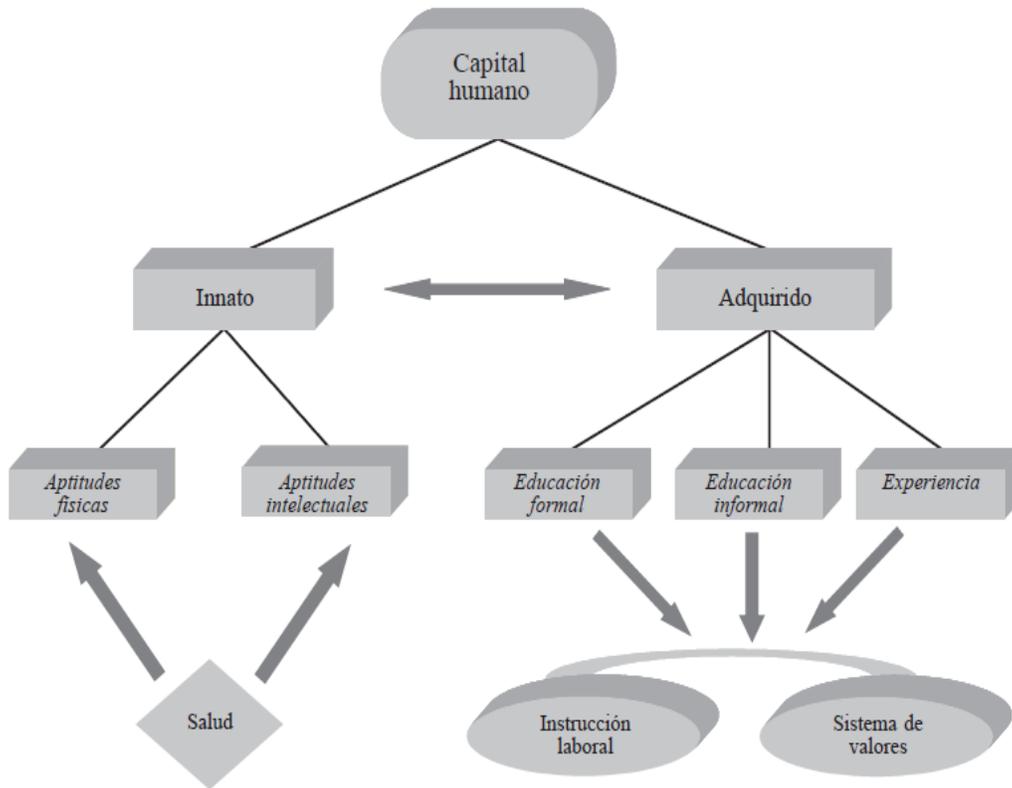
Teórico	Teoría
Juán León, 2002	Capital Humano es el “stock” de conocimientos y habilidades humanas más bien referidas a la educación, formación y escolaridad adquirida.
Rubén Juárez, 2003	Se refiere al Capital Humano como la optimización máxima del estado de bienestar físico, psíquico y social y señala la enfermedad como depreciación del capital humano.
Rafael Alhama Belamaric, 2006	CH entendido como recursos en el sentido de los factores disponibles, poseídos o controlados por la empresa o del stock de conocimientos y habilidades humanas o de recursos humanos.
Becker Gary Stanley, 2006	“El CH son los conocimientos y habilidades que forman parte de las personas, su salud y la calidad de trabajo, o el aprovechamiento al máximo del aporte humano, que como activo intangible se le asigna un valor como parte del Capital.”
Riel Millar, 2006	Conocimiento que adquieren los individuos a lo largo de su vida para producir bienes, servicios e ideas bajo condicionantes tanto de mercado como de no mercado
Jorgen Mortensen 2001	El valor que es estimado o imputado de las calificaciones del conocimiento científico y técnico de las capacidades, experiencia de un individuo que son propiedad de éste, que son relevantes o impactan en la actividad económica de la empresa donde laboran.

Fuente: Madrigal Torres, Berta Ermilia. Capital humano e intelectual: su evaluación.

En 2005, Giménez ofrece la que parecería la definición idónea sobre el capital humano, ya que, en comparación a los conceptos antes mostrados, Giménez la representa de forma gráfica, lo que la hace más fácil de entender además de que describe de forma precisa cada aspecto en dicho diagrama.

Diagrama 1

El concepto de capital humano



Fuente: Giménez, Gregorio. La dotación de capital humano de América Latina y el Caribe.

- a) Capital humano innato: Ya desde el nacimiento, los seres humanos se distinguen por condicionantes genéticos, que van a provocar que posean diferentes aptitudes físicas e intelectuales y que determinarán la eficiencia en el desempeño de los trabajos que realizarán.

La malnutrición o las inadecuadas condiciones de salud que afecten a un individuo podrán mermar las posibilidades que tiene de sacar partido a sus aptitudes innatas.

- b) Capital humano adquirido: Comprende la educación formal e informal recibidas y la experiencia acumulada.
- i) Educación formal: La educación formal incluye la educación infantil, primaria, secundaria y superior, constituyendo estos niveles académicos la base conceptual que se utiliza tradicionalmente para cuantificar el capital humano, bien a través de los años medios de estudio, del porcentaje de personas que han completado un determinado nivel de estudios o de los índices de matriculación en cada nivel de enseñanza.
 - ii) Educación informal: Abarca toda la información recibida fuera de los ámbitos educativos institucionalizados. Así, la educación informal estará constituida por la instrucción que los sujetos reciban de la familia y su entorno social más próximo y por los conceptos asimilados a través del autoaprendizaje (libros, televisión, radio, internet).
 - iii) La experiencia: La experiencia está constituida por todas las vivencias acumuladas por un sujeto, que le permiten reaccionar ante las circunstancias basando su respuesta en los conocimientos previamente adquiridos.

Respecto a la educación Thurow (1987) menciona que “Si se posee poca educación, algunos tipos de entrenamiento resultan imposibles y otros muy extensos. A medida que aumenta la educación disminuyen los costos de entrenamiento, y la variedad que puede darse a éste se hace extensa. A la inversa, virtualmente cada trabajo requiere ciertos conocimientos que son peculiares de ese trabajo. Tal conocimiento no es posible, o no se adquiere en la educación formal, por lo que ésta sin un entrenamiento en el trabajo, resulta ser de poco valor. Si la educación y el entrenamiento son complementarios, los beneficios obtenidos de ambos, serán mucho mayores que todos los adquiridos de la educación y de la experiencia si se tienen en cuenta separadamente. Obviamente, el grado de complementariedad difiere según el trabajo que se trate” (p. 70).

Muchos son los analistas económicos que han puesto énfasis en la necesidad de desarrollar un potencial de capital humano suficiente para que las economías puedan alcanzar ritmos de crecimiento económico y competitividad a nivel exterior adecuados (Neira y Guisan, 2002, p. 2).

Los países que han alcanzado los máximos niveles de educación en el siglo XX son también los que han tenido un puesto más destacado en su nivel de desarrollo económico, incluso en circunstancias de escasa dotación de recursos naturales en proporción a su territorio y/o a su población (Neira y Guisan, 2002, p. 23).

Las economías emergentes y las consolidadas se aciertan en una transición de la economía industrial hacia la economía del conocimiento, en la cual existe una interrelación entre la educación, el conocimiento, ciencia y tecnología, lo cual provoca que el motor del desarrollo de un país sean las ideas y la aplicación de la tecnología sobre las habilidades, aprendizaje y capital humano. La piedra angular de esta economía del conocimiento es el capital humano (Madrigal, 2009, p. 67).

Si examinamos la evolución comparada de los países de la OCDE vemos que los que antes han invertido en educación son los que han alcanzado en primer lugar los niveles más altos de desarrollo en los sectores de industria y servicios. En ese sentido destacan Estados Unidos, Suiza y los países del Norte de Europa (Neira y Guisan, 2002, p. 23).

Los países que han mantenido tasas de crecimiento de la natalidad por debajo de la tasa de crecimiento del PIB, han logrado en general importantes avances en sus niveles de renta per cápita, pero los países en los que el déficit educativo provocó excesivas tasas de natalidad generalizadas, han tenido crecimientos muy moderados de renta per cápita porque el importante crecimiento de la producción se ha visto contrarrestado por un crecimiento similar en muchos casos de la población (Neira y Guisan, 2002, p. 24).

Littlewood y Herman (2004) señalan que “En la actualidad el capital humano es uno de los factores determinantes que contribuye a la competitividad de las organizaciones, puesto que las competencias, los conocimientos, la creatividad, la capacidad para resolver problemas, el liderazgo y el compromiso del personal son algunos activos requeridos para enfrentar las demandas de un entorno turbulento y alcanzar la misión organizacional” (citado por Madrigal, 2009, p. 72).

Por ello, para que pueda haber capital humano es necesario que exista una inversión para la creación de este. En esta inversión se encuentran dos grandes personajes, por una parte el sector privado y por el otro el gobierno.

Siguiendo la idea anterior, Thurow (1987) puntualiza que los gobiernos toman decisiones de inversión tomando en cuenta dos situaciones ventajosas. “Como productores de bienes públicos, necesitan una fuerza de trabajo con capital humano. En este rol invierten sobre las mismas bases que las empresas privadas, y en el otro rol, como promotores del bienestar general, la inversión del capital humano es en sí una de sus principales funciones” (p. 123)

Debido a esto, el que un gobierno tome la decisión de invertir en capital humano, es de vital importancia para la producción de éste, ya que el sector público es el mayor inversionista en este ámbito.

Por el otro lado, para muchas empresas la inversión en capital humano consiste en el principal factor de generación de ingresos y de posicionamiento, e incluso la valoración comercial de la organización, se trata de personal seleccionado cuidadosamente por su nivel de calificación y aptitudes personales, que en forma permanente se está actualizando individualmente y a través de los programas de formación en el trabajo que las compañías diseñan para propiciar mejores interacciones y resultados del personal (Tinoco y Soler, 2011, p. 211).

La importancia de la educación sobre el crecimiento y el desarrollo económico y social es fundamental en varios sentidos: la generalización de los estudios primarios modera las tasas de natalidad y la generalización de los estudios secundarios incrementa la inversión y la producción por habitante, mientras que

los estudios superiores tienen también otras importantes influencias positivas (Neira y Guisan, 2002, p. 24).

Finalmente, el capital humano contribuye al crecimiento económico a través del incremento de la verdadera calidad del trabajo disponible para usos productivos, pero las otras fuentes del crecimiento económico también contribuyen al valor del capital humano (Thurow, 1987, p. 82).

2.3 La tasa de crecimiento poblacional (Ldpg)

En América Latina, el estudio del desarrollo demográfico se ha venido dando desde el análisis básico de la información disponible hasta la construcción de elaborados marcos teóricos en los cuales se intenta explicar la relación del comportamiento demográfico con aspectos como el estilo de desarrollo global, la organización del mercado de trabajo, los procesos políticos y la estructura de poder (Miró y Potter, 1983, p.77).

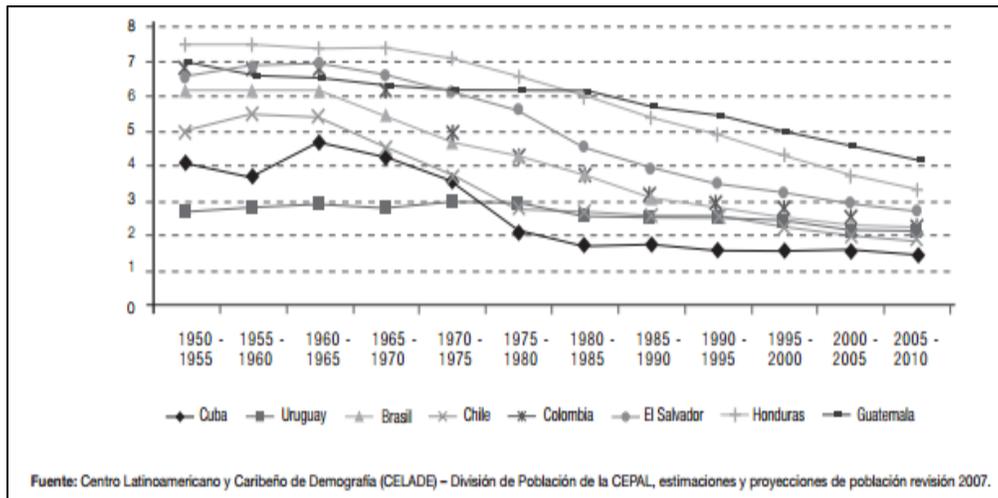
Es de suma importancia que todos los países tengan bases de datos en las que se contengan registros históricos del comportamiento del tipo de cambio, el desempleo, variables que tengan efecto en el comportamiento de dicho país. Tal es el caso de la variable "crecimiento poblacional", la cual nos permite conocer la estructura que tiene la población y en qué medida está creciendo o disminuyendo su gente.

Como dato histórico cabe mencionar que en América Latina sólo Perú (1852) (United Nations, 1955) tiene una ley más antigua que la mexicana de registro civil, pues desde que se promulgaron las Leyes de Reforma en 1857 se incluyó la ley Orgánica del Registro Civil. La ley se hizo efectiva hasta 1859 y se inició el registro civil de los principales hechos vitales, nacimientos, defunciones y matrimonios (Figuroa, 2008, p.22).

Cuando se hace un análisis del elemento población hay que considerar diversos aspectos: las estructuras demográficas que están desempeñando positiva o negativamente un papel en los cambios de población, tales como la natalidad y la mortalidad; los movimientos de población en el espacio y sus resultados, y la conexión de todos estos aspectos con las estructuras económico-político-sociales que son origen, causa y consecuencia de estructuras activas y movimientos como migraciones, empleo, urbanización, etc. (García, Cordero e Izquierdo, 1987, p.19).

Para conocer qué tanto ha crecido una población se utiliza la tasa de crecimiento demográfico o tasa de crecimiento poblacional. Dicha tasa “varía de nación en nación debido en su mayor parte a las diferencias en la fecundidad” (Mina, 1982, p. 329).

Gráfica 3. América Latina: Tasa global de fecundidad en países seleccionados, 1950-2010 (En hijos por mujer)



Fuente: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/8/36498/lafecundidadOD05.pdf>

En la gráfica se puede observar que a inicios de los años 50's la tasa de fecundidad se encontraba bastante elevada en el caso de Honduras estaba por encima del 7%, Guatemala en 7%, El Salvador arriba del 6% y Brasil con 6%, pero a medida que transcurren los años es notorio como las tasas de fecundidad han ido en descenso. Así, entre 2005 y 2010 Honduras se ubica por encima del 3%, Guatemala en el 4%, El Salvador por debajo del 3% y Brasil arriba del 2%.

La gráfica anterior nos da un panorama en el cual es importante estar al tanto del comportamiento del crecimiento de la población, ya que “nos permite saber cuántos habitantes tiene un país, cuál es su ritmo de crecimiento, la estructura por edad de la población, etc.” (Figueroa, 2008, p.21).

Para poder recabar toda la información necesaria y relevante de un país, es necesario llevar a cabo un censo poblacional, los cuales nos proveen de información estadística confiable, debido a que dichos censos son realizados por instituciones gubernamentales. Solo por mencionar algunos INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) de México, INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) de Argentina, DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) de Colombia, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de Brasil, entre otros.

Además, existen otros organismos como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) con sede en 7 países de América, que con ayuda de su división de población llamada Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) nos proporciona una visión clara sobre la dinámica y estructura poblacional a través de estudios en temas como los jóvenes, el envejecimiento, determinantes y consecuencias de las tendencias demográficas, así como fuentes de información sociodemográficas.

De esta forma, “los censos son una fuente que está diseñada para proporcionar los montos o el estado de la población para un momento determinado” (Figueroa, 2008, p.21).

Otra ventaja de los censos de población es que nos ayudan a realizar proyecciones de la población en estudio para que así se tenga una visión más acertada y concreta sobre el rumbo que lleva la población. De esta forma se puede estar preparado con anticipación ante un cambio brusco o inesperado en el comportamiento demográfico.

Por ejemplo véase la gráfica siguiente, en la cual se tiene el historial del crecimiento de la población en miles, tanto para América Latina en su conjunto como para algunos países, así como una proyección hasta el año 2030.

En dicha gráfica se puede apreciar que para el año de 1950 Brasil, Argentina, México y Colombia se encontraban por encima de los demás países latinoamericanos con 53,975, 17,150, 28 013 y 12,341 habitantes respectivamente y, en general la población de América Latina se ubicaba en 162, 571.

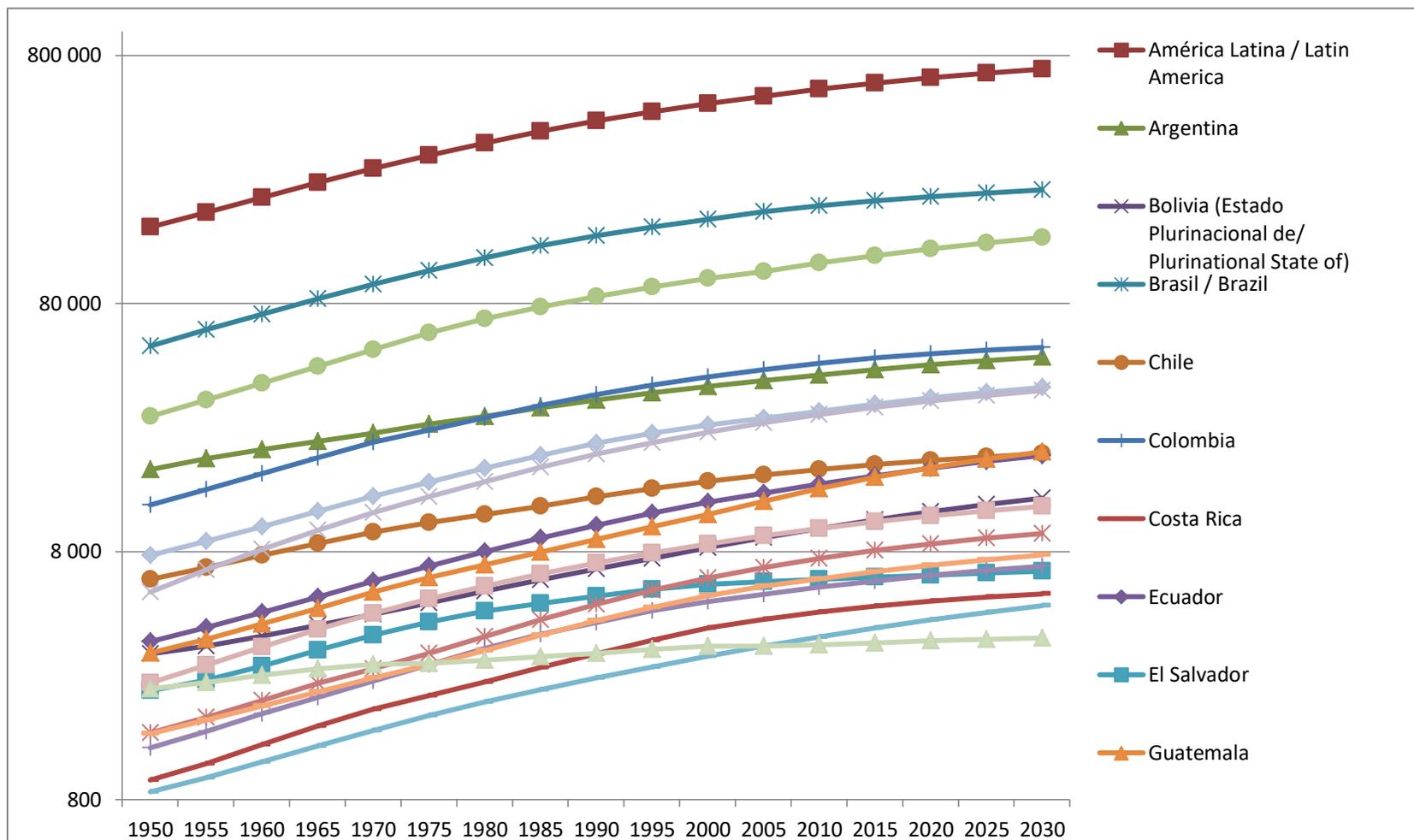
Por otro lado, países con menos personas como Panamá, Costa Rica, Nicaragua y Paraguay contaban con 860, 959, 1,295 y 1,473 respectivamente.

Cabe señalar que en un inicio Argentina contaba con más habitantes que Colombia y en años recientes se ha revertido ese comportamiento, a saber, Argentina contaba con 4, 809 habitantes más que Colombia en 1950 pero recientemente (2010) existen 41,132 Argentinos contra 45, 918 Colombianos teniendo una diferencia de 4, 786 habitantes.

Así, para 2010 tenemos que Brasil cuenta con 198, 235, México 116, 329, Panamá 3, 620, Costa Rica 4, 555, Nicaragua 5, 739, Paraguay 6, 210 y para América Latina la cifra se ubica en 584, 283 personas.

De este modo tenemos que para el año 2030 según la proyección demográfica de la CELADE habrá 705, 165 habitantes en Latino América.

Gráfica 4. Proyección demográfica para América Latina (1950-2030)



Fuente: CELADE - División de Población de la CEPAL. Revisión 20

Dicho lo anterior, es evidente que el rápido crecimiento poblacional traerá problemas de empleo, pobreza, desnutrición, déficit habitacional y escasez de servicios básicos de educación y de salud. Estos son algunos de los principales problemas considerados como efectos de las tendencias demográficas y económicas prevalecientes (Miró y Potter, 1983, p.74).

En general, se recalca en demasía este aspecto en los medios académicos y en las propagandas de los organismos internacionales, dándose especial importancia al control de la población y al afán de aminorar por todos los medios el ritmo de crecimiento. Los criterios más utilizados para que la tasa de crecimiento de la población disminuya son: la falta de alimentos y el impedimento para el desarrollo (García et al., 1987, p.17).

Para poder realizar un estudio de la población confiable y que describa de forma correcta a la población en estudio, es necesario contar con información válida y reciente, además de contar con las herramientas necesarias para que haya una buena explicación del estudio que se hace sobre la población. Es por eso que en demografía existe una herramienta llamada pirámide poblacional, la cual Rodríguez, Álvarez y Castañeda (2007) definen como: “La pirámide de población no es más que una figura, donde se representan los datos estadísticos de la población clasificados por sexo y edad, que permite las comparaciones entre territorios en el tiempo y una fácil y rápida percepción de los fenómenos demográficos que afectan o no a esa población” (p. 4).

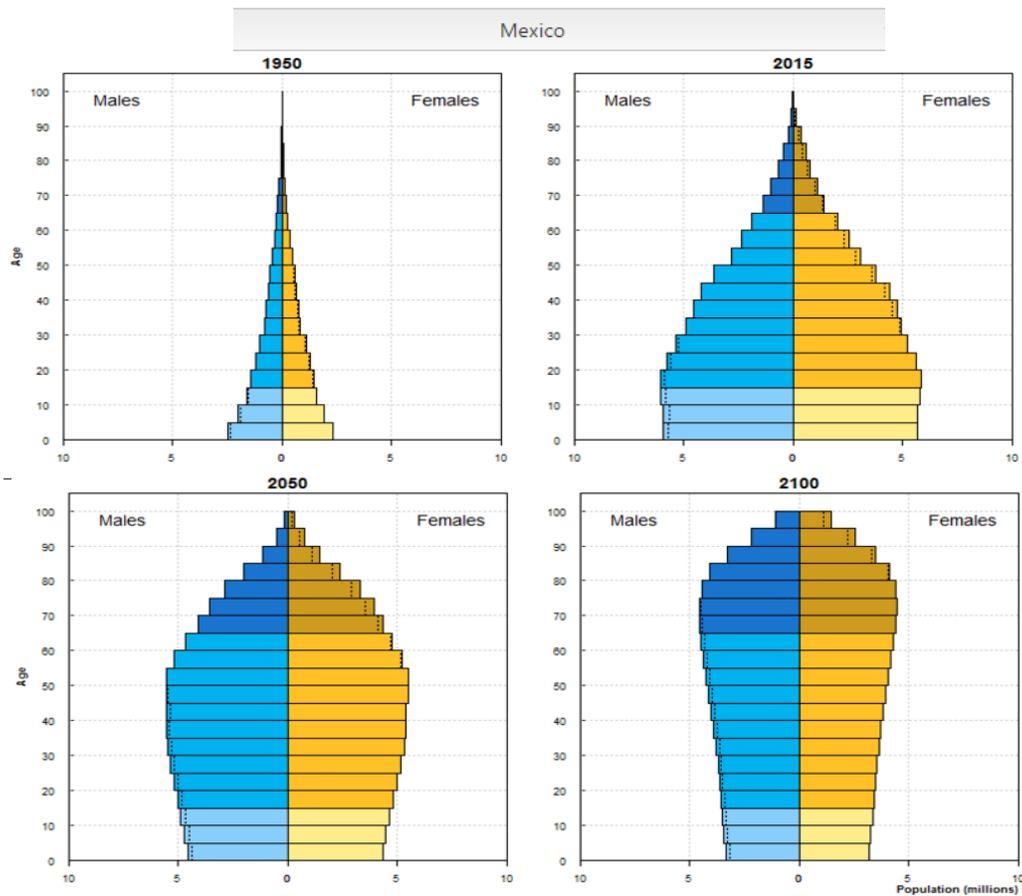
Las pirámides pueden llegar a tener distintas formas. Al respecto, Rodríguez, Álvarez y Castañeda (2007) hacen mención de los perfiles:

La forma que presenta la pirámide de población se enmarca en tres perfiles. Si presenta una base dilatada y una cúspide estrecha se considera una estructura de población joven, con una alta proporción de niños y jóvenes, debido a una alta fecundidad y una alta mortalidad. En este caso, los menores de 20 años representan entre el 40 y 50 % de toda la población y los ancianos menos del 5 %, y se asocia a países subdesarrollados en las primeras etapas de la transición demográfica. A estas se les denomina pirámide con un perfil expansivo.

Si por el contrario, la pirámide más bien se asemeja a un edificio, con la base estrecha y casi del mismo ancho que la cúspide, corresponde a una población de estructura vieja, con una baja fecundidad y mortalidad. Se relaciona con los países desarrollados y la población menor de 20 años es aproximadamente el 25 %, mientras que la mayor de 65 años es cercana o superior a 15 %. Esta pirámide se denomina estacionaria.

En el estado intermedio se sitúan las poblaciones que están en proceso de envejecimiento, pues tienen una fecundidad y mortalidad decrecientes y son llamadas de perfil constrictivo (p. 7).

Gráfica 5. Proyección demográfica para México (1950-2100)

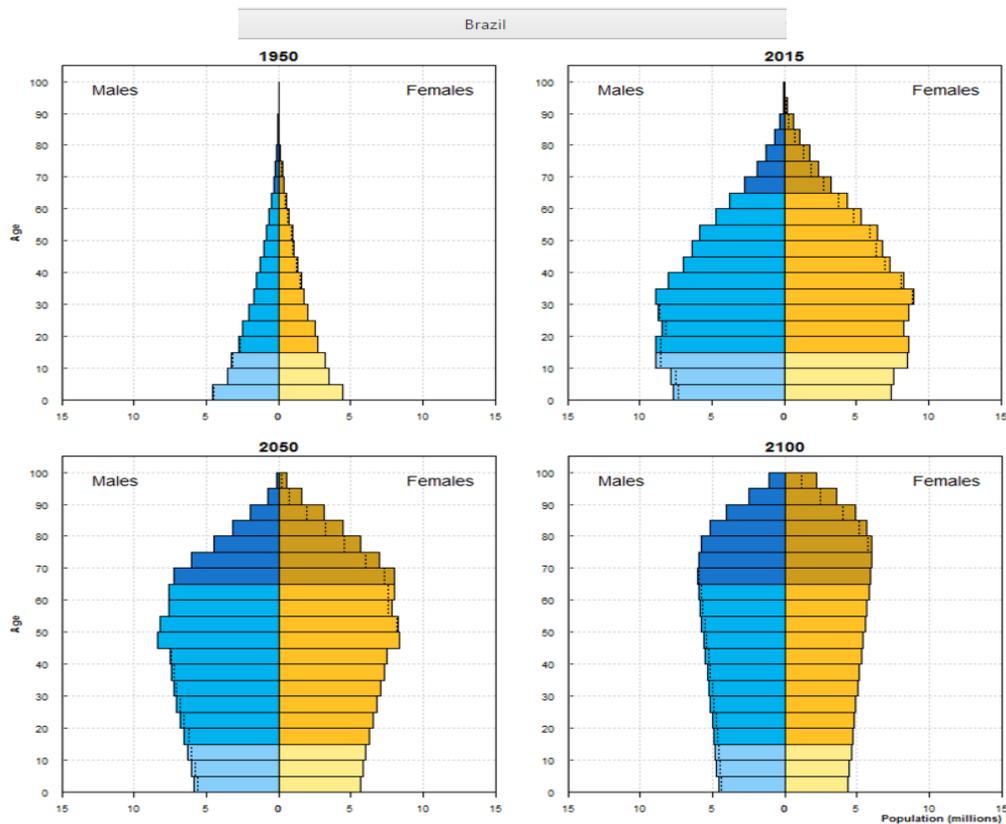


Fuente: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/DemographicProfiles/>

Podemos observar que la pirámide poblacional para México en 1950 y 2015 presenta una base dilatada junto con una cúspide estrecha, por lo que estas dos son pirámides con perfil expansivo según la descripción anterior.

Para los años 2050 y 2100 las pirámides se invierten, es decir, que tienen una base estrecha casi al igual que la punta de la pirámide, por lo que estas pirámides reciben el nombre de pirámides estacionarias.

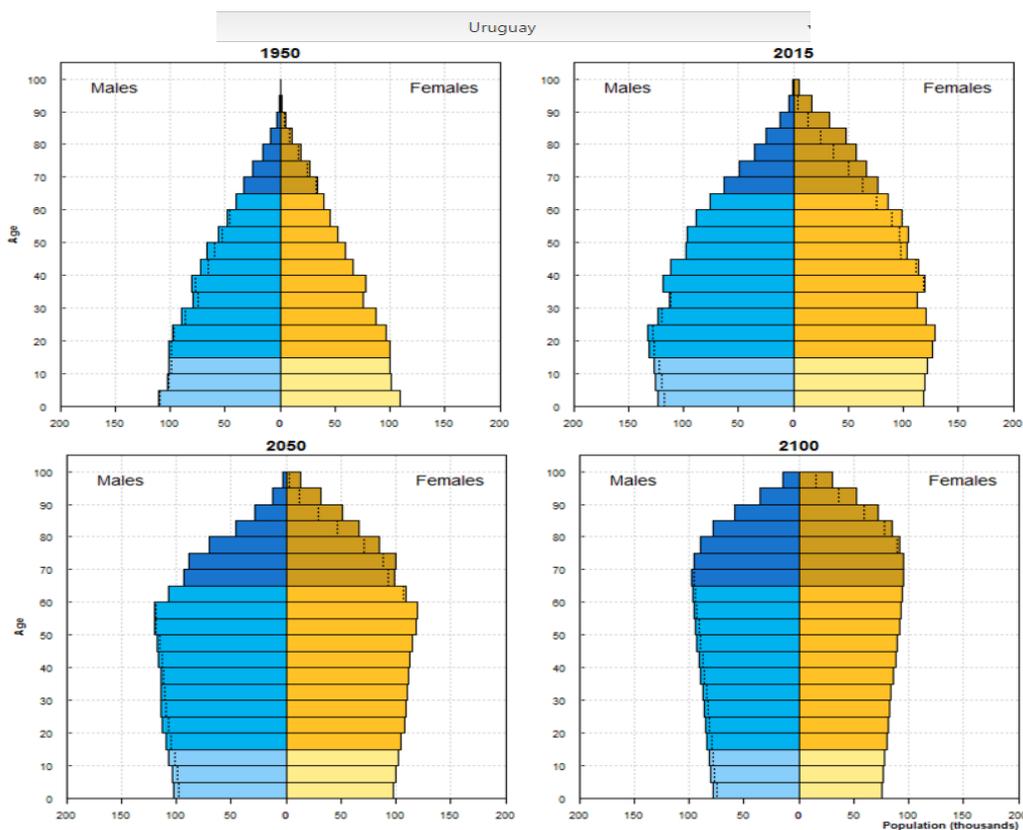
Gráfica 6. Proyección demográfica para Brasil (1950-2100)



Fuente: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/DemographicProfiles/>

En 1950 Brasil presenta una pirámide con perfil expansivo, es decir, tiene muchos pobladores jóvenes. Pero para 2050 y 2100 vemos que la mayoría de los brasileños estarán en la vejez, ya que las pirámides parecen tener forma de edificio.

Gráfica 7. Proyección demográfica para Uruguay (1950-2100)



Fuente: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/DemographicProfiles/>

En el caso de Uruguay es notorio que en 1950 las edades de su población se concentraban entre los 0 y 30 años de edad. Ya en 2015 hay más uruguayos que se encuentran entre los 15 y 45 años de vida y para 2050 la mayoría de sus habitantes estarán por encima de los 50 años.

Por último, la demografía es de gran importancia, ya que nos permite conocer la situación en la que se encuentra un país en cuanto a qué tanto ha disminuido o aumentado su población y en qué afecta. Tal y como menciona Mina (1982) “Un crecimiento demográfico reducido tendería a aumentar la igualdad, o bien una mayor igualdad conduce a tasas más bajas de crecimiento demográfico” (p. 327).

Además Mina (1982) señala que “Un crecimiento rápido de la población tiene un efecto negativo sobre la distribución del ingreso” (p. 327). Lo anterior se debe a que habrá una excesiva oferta de mano de obra con lo cual los salarios serán menores, por lo que una tasa de crecimiento poblacional baja conduciría a una atenuar la pobreza y a una mejor distribución del ingreso.

2.4 La Tasa de Crecimiento de la Tecnología (Ldpg)

Hoy día no se concibe la idea de cómo sería la vida de una persona sin la tecnología, mucho menos la de un país. Convivimos día a día con la tecnología, el claro ejemplo está en el uso cotidiano de los teléfonos inteligentes, la señal digital que reciben en las pantallas, el software que utilizamos para realizar labores del trabajo o la escuela, etc.

Tiempo atrás, Harrod (1939) (citado por Rivas y Venegas, 2010, p.92) estudió por primera vez el progreso tecnológico y su efecto sobre el crecimiento, mediante la introducción de una función de producción con producto marginal de capital constante.

Años más tarde, Arrow (1962) (citado por Rivas y Venegas, 2010, p.92) elaboró otro estudio pionero, que introduce el conocimiento como causa del cambio tecnológico, a través de la idea de learning-by-doing (aprender haciendo).

En la actualidad, el uso extensivo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) ha generado una profunda transformación económica y social. Las TIC se han introducido a un ritmo muy elevado en hogares, empresas, administraciones y, en un sentido amplio, en todas las actividades que se desarrollan en nuestra sociedad (González, 2013, p. 73).

América Latina ha sido conceptualizada como un lugar pre-moderno, del tercer mundo, subdesarrollado y recientemente, como un lugar emergente (Escobar, 1998, 2005; Larraín, 2000, 2005, citado por Olarte, 2013, p.13).

Una de las causas por las cuales puede que se le considere a América Latina como lugar emergente es que la mayoría de los países pertenecientes a la región cuenta con tecnología, ya sea en cuanto a telecomunicaciones, producción agrícola, etc., que es obsoleta o en su defecto que ha quedado rezagada en comparación a las que se usan en países desarrollados.

En coherencia con la idea anterior, los antecedentes de América Latina muestran que a la mitad del siglo XX se tuvo un alto índice de analfabetismo, con industrias y tecnologías completamente importadas, con sistemas de ciencia y tecnologías prácticamente inexistentes. Los presupuestos locales para investigación y desarrollo nulos, el número de investigadores insignificantes, las carreras tradicionales (medicina, derecho, magisterio) absolutamente predominantes. El resultado de los esfuerzos de investigación medidos en patentes y publicaciones casi desapercibido, la ausencia en los currículos de ciencias sociales de asignaturas de ciencias naturales y viceversa (Sosa, 2014, pp. 273-274).

También, de forma general, puede plantearse que en América Latina, sobre la base de la importación de tecnologías, se desarrollaron sectores de producción primaria (azúcar, café, cárnicos, cereales, tabaco, bebidas alcohólicas y extracción de minerales entre las fundamentales) (Sosa, 2014, p. 275).

En este panorama, en el seno de las recién creadas ONU y OEA, bajo el mando del argentino Raúl Prebisch, se creó en 1948 la CEPAL para impulsar el desarrollo de la región. Basada en la apreciación general en que se encontraba la región, la CEPAL propuso una teoría, donde junto a los esfuerzos para desarrollar la ciencia y la tecnología como factores catalíticos del desarrollo económico y social se propugnaba por desarrollar conjunta e imprescindiblemente el resto de las estructuras de las naciones (Estructuralismo). Entiéndase, crear sistemas de instrucción completos (primaria, secundaria, técnica y profesional); fortalecer los marcos de institucionalidad de los estados, crear fondos para educación, ciencia e investigación, fomentar laboratorios de investigación nacionales estatales y privados, fortalecer las empresas nacionales, facilitar la entrada de tecnologías modernas y primordialmente patentar el papel del estado en la formulación y ejecución de políticas de ciencia y tecnología que redunden en el desarrollo de

cada país; sin rezagar las oportunidades de la integración regional (Sosa, 2014, p.275).

Es por ello que, desde el inicio de la adopción de las TIC, ha existido un debate continuado sobre el papel que juegan en el crecimiento económico. Específicamente, el análisis del impacto de estas tecnologías en el crecimiento de la productividad ha sido de gran importancia. Si bien existe un consenso de que las TIC han sido un elemento esencial para el crecimiento económico, desde mediados de las noventa la evidencia empírica ha mostrado que existen tendencias diferentes entre países (González, 2013, p. 73).

De igual forma, Armenteros (2004) (citado por Sosa, 2014, p. 270) señala que el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica desempeñará, cada vez más, un papel de primer orden en las perspectivas de desarrollo a largo plazo, por lo que la fuente y dinámica del cambio tecnológico en cualquier país estará asociado con el ritmo, naturaleza y la composición de la actividad inventiva propia (capacidad de investigación y desarrollo) y al flujo exterior.

En sus trabajos Jorgenson (citado por González, 2013, p. 74) señala que el crecimiento de la productividad es el indicador económico de la innovación y define las dos maneras con las que se puede alcanzar el crecimiento económico como réplica de tecnologías y sin innovación, la producción se incrementa en proporción al incremento de estos dos inputs. Sin embargo, cuando se introducen productos y procesos innovadores el crecimiento de la producción supera el crecimiento de los inputs de capital y mano de obra, implicando crecimiento de la productividad. Los datos muestran que en los años analizados la innovación ha contribuido al crecimiento económico en menor proporción que la réplica de tecnologías consolidadas.

Según González (2013), un aspecto que influye en el impacto de las TIC es el proceso de innovación que no sólo implica el desarrollo de nuevos productos y procesos ligados a la transferencia de nuevo conocimiento científico, sino que también engloba nuevas formas de organización de las empresas e instituciones y

a la fuerza laboral. La evidencia a nivel empresa enfatiza la importancia de las habilidades profesionales y las innovaciones organizacionales.

Al respecto de la innovación y la investigación, a continuación se muestra un cuadro con la concesión de patentes en los Estados Unidos, por país del solicitante por año, así como la cantidad de investigadores por cada 1000 integrantes de la fuerza laboral):

Cuadro 3
Concesión de patentes en los Estados Unidos, por país del solicitante y por año
(Porcentaje de beneficiarios no estadounidenses)

		1883	1900	1929	1958	1973	1986	1995	2004
América Latina	Argentina					0.12	0.05	0.07	0.06
	Brasil					0.08	0.08	0.14	0.13
	México					0.19	0.11	0.09	0.11
	Venezuela					0.03	0.06	0.06	0.02

Fuente: Castaldi, Carolina; Dosi, Giovanni, 2009. Cambio tecnológico y crecimiento económico: Algunas lecciones de pautas seculares y algunas conjeturas sobre el impacto actual de las TIC.

Cuadro 4
Cantidad de investigadores (por cada 1,000 integrantes de fuerza laboral)

	1991	1994	1997	2000	2003
Argentina	0.97	0.75	0.5	1.7	1.5
Brasil	1.92	1.7			
Chile	1.17	1.17	1.19	1.3	
México	2.28	1.48	0.6	0.6	
Venezuela	1.75	1.82	2.13		

Fuente: Castaldi, Carolina; Dosi, Giovanni, 2009. Cambio tecnológico y crecimiento económico: Algunas lecciones de pautas seculares y algunas conjeturas sobre el impacto actual de las TIC.

Asimismo, Easterly et al. (1994) (citado por Rivas y Venegas, 2010, p. 94) encuentran que a través de un modelo de adopción de tecnología, donde hay acumulación de capital humano y progreso tecnológico, los subsidios a estos dos rubros incrementan la tasa de crecimiento económico.

Además, González (2013) señala que, los estudios concluyen que la economía se beneficia de la inversión en TIC. Para establecer las políticas públicas adecuadas, es de enorme importancia analizar la manera y el modo en que los diferentes factores contribuyen a maximizar los beneficios y resultados del empleo de estas tecnologías. Entre los principales factores se encuentran:

- a) Disponibilidad de acceso de banda ancha. El surgimiento de internet ha sido de vital importancia como palanca del progreso de la economía. Se trata de un recurso crítico a todos los niveles, destacando entre sus principales efectos adyacentes que ha producido una explosión de creatividad con la generación de nuevos modelos de negocio. Su relevante papel se incrementa de forma continua y en la actualidad la banda ancha permite nuevas posibilidades.
- b) Gestión. Para que las TIC tengan un impacto en la eficiencia de las empresas, las estructuras organizativas se han de modificar en concordancia con el avance continuo y el uso de las nuevas prestaciones que aportan las nuevas tecnologías.
- c) Educación. El capital humano juega un papel central en la realización de incrementos de la productividad ligados a las TIC al convertir la información proporcionada por las nuevas tecnologías en conocimiento que puede ser empleado para añadir valor a los procesos. La educación es, por tanto, crucial para un desarrollo a largo plazo de la sociedad del conocimiento de forma que se alcancen todos los beneficios asociados al uso de las TIC.
- d) Demanda. Otro elemento fundamental es fomentar el uso de las nuevas tecnologías no sólo en las empresas, sino también en los servicios públicos y por los ciudadanos. La promoción del uso de las tecnologías es esencial.

e) Políticas públicas. La estrategia y visión de las políticas públicas en TIC debería enfocarse en las personas y las empresas y no sólo en la tecnología.

Para corregir fallos de mercado, además son esenciales políticas que promuevan la innovación y mejoren la transferencia de conocimiento de la I+D a las empresas; que establezcan un entorno que fomente el emprendimiento y que favorezcan un mercado de servicios competitivo que permita la difusión de los beneficios asociados a las TIC (pp. 77-79).

Siguiendo la idea de González (2013), en seguida se muestra un cuadro con los índices de difusión de la TIC por cada 100 habitantes:

Cuadro 5
Índices de difusión de la TIC por cada 100 habitantes

		Línea telefónicas y celulares			Usuarios de Internet			Computadoras personales		
		1990	1998	2003	1999	1998	2003	1990	1998	2003
América Latina	Argentina	9.3	28.1	39.6	0.0	09	11.2	0.7	5.5	8.2
	Brasil	6.5	16.5	48.7	0.0	1.5	8.2	0.3	3.0	7.5
	Chile	6.7	27.1	73.2	0.0	1.7	27.2	0.9	6.3	11.9
	Colombia	6.9	20.0	32.1	0.0	1.1	5.3		3.2	4.9
	México	6.6	13.9	45.4	0.0	1.3	12.0	0.8	3.7	8.3
	Perú	2.6	9.3	17.3	0.0	1.2	10.4		3.0	4.3
	Venezuela	7.7	19.8	38.4	0.0	1.4	6.0	1.0	3.9	6.1

Fuente: Castaldi, Carolina; Dosi, Giovanni, 2009. Cambio tecnológico y crecimiento económico: Algunas lecciones de pautas seculares y algunas conjeturas sobre el impacto actual de las TIC.

De la misma forma, en los trabajos especializados que investigan la influencia de las TIC sobre el crecimiento económico se identifican tres vías esenciales a través de las cuales las TIC contribuyen a aumentar la tasa media de crecimiento potencial de la economía (OCDE, 2003^a, pp. 38 y 39, citado por Gorriti y Ruiz, 2005 p. 246):

En primer lugar, a través de los aumentos de la productividad que se han originado en el propio sector TIC y que han hecho posible aumentar la calidad de sus bienes y servicios, al mismo tiempo que bajan sus precios. Su contribución al crecimiento depende del ritmo de crecimiento de las ramas TIC y de su peso en la actividad económica general.

En segundo lugar, mediante una mayor acumulación de capital por trabajador -capital deepening- a lo largo del conjunto de las ramas productivas, que tiene su origen en una mayor inversión en bienes y servicios favorecida por una bajada en sus precios. Los sectores que más han invertido en TIC son los sectores de venta al por mayor, venta al por menor y servicios financieros.

En tercer lugar, a través de aumentos en la productividad que tienen su origen en las externalidades y efectos desbordamientos que surgen por el uso generalizado de estas tecnologías. Dichas externalidades y desbordamientos tienen unos efectos positivos sobre la productividad total de los factores, al permitir aumentar la producción obtenida por unidad total de inputs de forma conjunta (capital y trabajo), capturando el impacto del cambio tecnológico.

Es así que Gorriti y Ruiz (2005), concluyen que la utilización adecuada y eficiente de dichas tecnologías requiere de la existencia de trabajadores cualificados, capaces de dirigir los nuevos sistemas, y de usuarios con conocimientos informáticos, que compren los nuevos productos y servicios.

En ese sentido, cualquier medida de política económica que pretenda apoyar y favorecer el desarrollo de la sociedad de la información, no puede olvidarse del área de la formación y educación. La inversión en capital humano es una condición imprescindible para una utilización óptima de las nuevas tecnologías (p.262).

Por último, existe una coincidencia casi unánime entre los economistas, y así lo avalan los estudios empíricos, sobre la importante distribución positiva de las TIC al crecimiento económico y a la elevación de la productividad.

De tal manera, que las diferencias en los ritmos de crecimiento económico y productividad se pueden atribuir en gran medida a una mayor utilización de las TIC (Gorriti y Ruiz, 2005, pp. 261-262).

Capítulo 3. La Metodología de Datos de Panel en la estimación del Modelo Ampliado de Solow

3.1 Modelo de Regresión Agrupada

Para este capítulo se tomará como referencia a Greene (1999), ya que ofrece una explicación bastante detallada sobre los modelos de datos de panel.

Los datos de panel o datos longitudinales normalmente se refieren a datos que contienen observaciones de series de tiempo de un número de individuos. Por lo tanto, las observaciones en datos de panel involucran al menos dos dimensiones; una dimensión de sección transversal, indicada por el subíndice i , y una dimensión de series de tiempo, indicada por el subíndice t . Sin embargo, los datos de panel podrían tener un agrupamiento jerárquico o una estructura más complicada.

Hay una proliferación en los estudios de datos de panel, ya sea metodológicamente o empírico. En 1986, cuando Hsiao (1986) publicó la primera edición del análisis de datos de panel, había 29 estudios que contenían las palabras clave: “datos de panel” o “datos longitudinales”, de acuerdo al índice de Ciencias Sociales de cita. Para 2004, hubo 687 y en 2005 había 773.

El crecimiento de los estudios aplicados y el desarrollo metodológico de nuevas herramientas econométricas de datos de panel han sido simplemente fenomenales desde el artículo seminal de Balestra y Nerlove (1966).

Hay al menos tres factores que contribuyen al crecimiento geométrico de los estudios de datos de panel. (i) disponibilidad de datos, (ii) mayor capacidad para modelar la complejidad del comportamiento humano que solo una sección transversal o datos de series de tiempo, y (iii) metodología desafiante. Sin embargo, es imposible hacer justicia a la vasta literatura sobre datos de panel. Para mayor referencia, véase Arellano (2003), Baltagi (2001), Hsiao (2003), Mátayas and Sevestre (1996) y Nerlove (2002), etc.

3.2 Modelo de Efectos Fijos

Una formulación común del modelo supone que las diferencias entre unidades pueden captarse mediante diferencias en el término constante. Por tanto, cada α_i , es un parámetro desconocido que debe ser estimado. Sean y_i y X_i las T observaciones de la i -ésima unidad, ya sea ϵ_i el vector $T \times 1$ de errores asociado. Entonces, podemos escribir:

$$y_i = i\alpha_i + X_i\beta + \epsilon_i.$$

Reagrupando tenemos

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & i & \dots & \mathbf{0} \\ & & \ddots & \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix}$$

o

$$y = [d_1 \quad d_2 \quad \dots \quad d_n \quad X] \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} + \epsilon, \quad (14-2)$$

donde d_i es una variable ficticia que indica la i -ésima unidad. Sea la matriz $nT \times n$ $D = [d_1 \quad d_2 \quad \dots \quad d_n]$. Entonces, reuniendo las nT filas se obtiene

$$y = D\alpha + X\beta + \epsilon. \quad (14-3)$$

Este modelo se denomina habitualmente como **el modelo de mínimos cuadrados de variables ficticias (MCOVF)** (aunque la parte del nombre «mínimos cuadrados» se refiere a la técnica que se utiliza habitualmente para estimarlo, no al modelo como tal).

Éste es el modelo de regresión clásica, por lo que no se requieren nuevos resultados para analizarlo. Si no es suficientemente pequeño, el modelo puede estimarse por mínimos cuadrados ordinarios, con K regresores en X y n columnas en D , como una regresión múltiple con $n + K$ parámetros.

Por supuesto, si n son miles, como es típico, es probable que se exceda la capacidad de almacenamiento de cualquier ordenador. Utilizando resultados conocidos de una regresión particionada, escribimos el estimador de MCO de β como

$$\mathbf{b} = [\mathbf{X}'\mathbf{M}_d\mathbf{X}]^{-1}[\mathbf{X}'\mathbf{M}_d\mathbf{y}]. \quad (14-4)$$

donde

$$\mathbf{M}_d = \mathbf{I} - \mathbf{D}(\mathbf{D}'\mathbf{D})^{-1}\mathbf{D}'.$$

Esto es equivalente a una regresión de mínimos cuadrados utilizando los datos transformados $X_* = M_d X$ y $y_* = M_d y$. La estructura de \mathbf{D} es particularmente cómoda; sus columnas son ortogonales, así que

$$\mathbf{M}_d = \begin{bmatrix} \mathbf{M}^0 & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{M}^0 & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \vdots & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{M}^0 \end{bmatrix}.$$

Cada matriz en la diagonal es

$$\mathbf{M}^0 = \mathbf{I}_T - \frac{1}{T} \mathbf{t}\mathbf{t}'.$$

Premultiplicando cualquier vector $T \times 1$ \mathbf{z}_i por \mathbf{M}^0 crea $\mathbf{M}^0 \mathbf{z}_i = \mathbf{z}_i - \bar{\mathbf{z}}\mathbf{i}$. (Nótese que la media se toma únicamente sobre las T observaciones de la unidad i .) Por tanto, la regresión de $\mathbf{M}_d \mathbf{y}$ sobre $\mathbf{M}_d \mathbf{X}$ es equivalente a la regresión de $[y_{it} - \bar{y}_{i.}]$ Sobre $[x_{it} - \bar{x}_{i.}]$, donde $\bar{x}_{i.}$ es el vector $K \times 1$ de medias de x_{it} sobre las T observaciones. Los coeficientes de las variables artificiales se pueden recuperar desde la otra ecuación normal de la regresión particionada

$$\mathbf{D}'\mathbf{D}\mathbf{a} + \mathbf{D}'\mathbf{X}\mathbf{b} = \mathbf{D}'\mathbf{y} \quad (14-5)$$

o

$$\mathbf{a} = [\mathbf{D}'\mathbf{D}]^{-1}\mathbf{D}'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b}).$$

Esto implica que para cada i

$$a_i = \text{el residuo medio del grupo } i\text{-ésimo} \quad (14-6)$$

Alternativamente,

$$a_i = \bar{y}_i - \mathbf{b}' \bar{\mathbf{x}}_i.$$

El estimador apropiado de la matriz de varianzas y covarianzas de \mathbf{b} es

$$\text{Var Est. } [\mathbf{b}] = s^2 [\mathbf{X}' \mathbf{M}_d \mathbf{X}]^{-1}, \quad (14-7)$$

Que utiliza la matriz de segundos momentos habitual, con las x expresadas, ahora, como desviaciones de sus respectivas medidas de unidad. El estimador de la varianza de los errores es

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (y_{it} - a_i - \mathbf{x}'_{it} \mathbf{b})^2}{nT - n - K}. \quad (14-8)$$

El residuo i -ésimo es

$$\begin{aligned} e_{it} &= y_{it} - a_i - \mathbf{x}'_{it} \mathbf{b} \\ &= y_{it} - (\bar{y}_i - \bar{\mathbf{x}}'_i \mathbf{b}) - \mathbf{x}'_{it} \mathbf{b} \\ &= (y_{it} - \bar{y}_i) - (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)' \mathbf{b}. \end{aligned}$$

Por tanto, el numerador en s^2 es exactamente la suma de los residuos al cuadrado de la regresión de (14-4). Pero la mayoría de los programas de ordenador utilizan $nT - K$ para el denominador cuando calculan s^2 , por lo que será necesaria una corrección. Para los efectos individuales,

$$\text{Var } [a_i] = \frac{\sigma^2}{T} + \bar{\mathbf{x}}'_i \text{Var}[\mathbf{b}] \bar{\mathbf{x}}_i,$$

por lo que puede calcularse un estimador simple, basado en s^2 .

3.2.1 Contraste de significatividad de los efectos de grupo

El ratio t habitual para α_i implica un contraste de la hipótesis de que α_i es igual a cero. Pero, normalmente, esta hipótesis no es útil en un contexto de regresión. Si estamos interesados en las diferencias entre grupos, podemos contrastar la hipótesis de que los términos constantes son todos iguales, mediante un contraste F . Bajo la hipótesis nula, el estimador eficiente coincide con mínimos cuadrados agrupados. El ratio F utilizado para el contraste es

$$F(n-1, nT-n-K) = \frac{(R_u^2 - R_p^2)/(n-1)}{(1-R_u^2)/(nT-n-K)} \quad (14-9)$$

donde u indica el modelo no restringido y p indica el modelo agrupado, o restringido, con un único término constante para todos. (Se puede utilizar también la suma de errores al cuadrado, si resulta más conveniente.) Si fuese más cómodo, también podría estimarse el modelo con una única constante y $n-1$ variables ficticias. Los demás resultados no cambian, y en vez de estimar α_i , cada coeficiente de las variables ficticias será una estimación de $\alpha_i - \alpha_1$. El contraste F de que los coeficientes de las $n-1$ variables artificiales son cero es idéntico al anterior. Es importante tener presente que, aunque los resultados estadísticos sean los mismos, la interpretación de los coeficientes de las variables artificiales en las dos formulaciones es diferente.

3.2.2 Los Estimadores intra y entre grupos

Podemos formular el modelo de regresión de tres formas. Primero, la formulación original es

$$y_{it} = \alpha_i + \beta' x_{it} + \epsilon_{it}. \quad (14-10a)$$

En términos de desviaciones de las medias del grupo,

$$y_{it} - \bar{y}_i = \beta'(x_{it} - \bar{x}_i) + \epsilon_{it} - \bar{\epsilon}_i, \quad (14-10b)$$

mientras que en términos de las medias del grupo,

$$\bar{y}_i = \alpha_i + \beta' \bar{x}_i + \bar{\epsilon}_i. \quad (14-10c)$$

Los tres son modelos de regresión clásica y, en principio, los tres podrían ser estimados, al menos consistentemente, aunque no eficientemente, por mínimos cuadrados ordinarios. [Nótese que (14-10c) sólo utiliza n observaciones, las medias de los grupos.] Consideremos, entonces, las matrices de sumas de cuadrados y productos cruzados que se utilizarían en cada caso, donde nos centraremos solamente en la estimación de β . En (14-10a), los momentos serían sobre las medias totales, \bar{y} y \bar{x} , y utilizaríamos las sumas totales de cuadrados y productos cruzados,

$$S_{xx}^t = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(x_{it} - \bar{x})'$$

y

$$S_{xy}^t = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(y_{it} - \bar{y}).$$

(El superíndice t indica «total» y no está relacionado con el subíndice temporal.) Para (14-10b), como los datos están ya en desviaciones, las medias de $(y_{it} - \bar{y}_i)$ y $(x_{it} - \bar{x}_i)$ son cero. Las matrices de momentos son sumas de cuadrados y productos cruzados intra-grupos (es decir, desviaciones de las medias de los grupos),

$$S_{xx}^w = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(x_{it} - \bar{x}_i)'$$

y

$$S_{xy}^w = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i)'$$

Finalmente, para (14-10c), la media de las medias de los grupos es la media total. Las matrices de momentos son las sumas de cuadrados y productos cruzados entre-grupos,

$$S_{xx}^b = \sum_{i=1}^n T(\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})(\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})'$$

y

$$S_{xy}^b = \sum_{i=1}^n T(\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})(\bar{y}_i - \bar{\bar{y}}).$$

Es fácil comprobar que

$$S_{xx}^t = S_{xx}^w + S_{xx}^b$$

y

$$S_{xy}^t = S_{xy}^w + S_{xy}^b.$$

Hay, por tanto, tres posibles estimadores de mínimos cuadrados de β , que corresponden a la descomposición analizada. El estimador de mínimos cuadrados es

$$b^t = [S_{xx}^t]^{-1}S_{xy}^t = [S_{xx}^w + S_{xx}^b]^{-1}[S_{xy}^w + S_{xy}^b]. \quad (14-11)$$

El estimador intra-grupo es

$$b^w = [S_{xx}^w]^{-1}S_{xy}^w. \quad (14-12)$$

Éste es el estimador MCVF calculado anteriormente. [Véase (14-4).] Un estimador alternativo sería el estimador entre-grupos,

$$b^b = [S_{xx}^b]^{-1}S_{xy}^b \quad (14-13)$$

(a veces denominado el estimador de las medias del grupo). Éste es el estimador de mínimos cuadrados de (14-10c) en los n conjuntos de medias de grupos. De la expresión anterior (y de resultados previos ya familiares)

$$S_{xy}^w = S_{xx}^w b^w$$

y

$$s_{xy}^b = S_{xx}^b b^b.$$

Insertando estos resultados en (14-11), vemos que el estimador de MCO es un promedio ponderado matricialmente, de los estimadores intra y entre-grupos:

$$b^t = F^w b^w + F^b b^b, \quad (14-14)$$

donde

$$F^w = [S_{xx}^w + S_{xx}^b]^{-1} S_{xx}^w = I - F^b.$$

3.2.3 Efectos fijos de grupo y de tiempo

El enfoque de mínimos cuadrados con variables artificiales se puede extender, también, para que incluya un efecto temporal específico. Una forma de formular el modelo extendido es, simplemente, añadir el efecto temporal, como en

$$y_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta' x_{it} + \epsilon_{it}. \quad (14-15)$$

Este modelo se obtiene del anterior incluyendo $T - 1$ variables artificiales adicionales. Uno de los efectos temporales debe dejarse fuera para evitar colinealidad perfecta. Si el número de variables es demasiado grande para manejarlo mediante la regresión ordinaria, puede estimarse, también, utilizando la regresión particionada. Sin embargo, hay una asimetría en esta formulación, ya que cada uno de los efectos de grupo es una constante específica de grupo, mientras que los efectos temporales son **Referencias**, es decir, comparaciones con un año base (el excluido). Una forma simétrica del modelo es:

$$y_{it} = \mu + \alpha_i + \gamma_t + \beta' x_{it} + \epsilon_{it}, \quad (14-15')$$

donde todos los efectos n y T , están incluidos, pero las restricciones

$$\sum_i \alpha_i = \sum_t \gamma_t = 0$$

se incorporan. Las estimaciones por mínimos cuadrados de las pendientes se obtienen regresando

$$y_{*it} = y_{it} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.t} + \bar{\bar{y}} \quad (14-16)$$

en

$$\mathbf{x}_{*it} = \mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_{i.} - \bar{\mathbf{x}}_{.t} + \bar{\bar{\mathbf{x}}},$$

donde

$$\bar{y}_{.t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{it},$$

$$\bar{\bar{y}} = \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T y_{it},$$

y de la misma forma para $\bar{\mathbf{x}}_{.t}$ y $\bar{\bar{\mathbf{x}}}$. Los coeficientes de las variables artificiales y la constante global pueden recuperarse a partir de las ecuaciones normales como

$$\begin{aligned} m &= \bar{\bar{y}} - \mathbf{b}' \bar{\bar{\mathbf{x}}}, \\ a_i &= (\bar{y}_{i.} - \bar{\bar{y}}) - \mathbf{b}' (\bar{\mathbf{x}}_{i.} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}), \\ c_t &= (\bar{y}_{.t} - \bar{\bar{y}}) - \mathbf{b}' (\bar{\mathbf{x}}_{.t} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}). \end{aligned} \quad (14-17)$$

La matriz de varianzas y covarianzas estimada para \mathbf{b} se calcula utilizando las sumas de cuadrados y productos cruzados de \mathbf{x}_{*it} y s^2 calculada de la forma habitual, $e'e/[nT - (n - 1) - (T - 1) - K - 1]$. Si n o T es pequeño en relación al otro, normalmente es más sencillo tratar al conjunto más pequeño como un conjunto ordinario de variables, y aplicar los resultados anteriores al modelo de efectos fijos de un tipo, definido por el conjunto mayor.

Aunque más general, este modelo raramente se utiliza en la práctica, por dos razones. Primero, el coste en términos de grados de libertad a menudo no está justificado. Segundo, en aquellas circunstancias en que se desea un modelo de la evolución temporal de los errores, normalmente se utiliza un modelo más general que la formulación de variables artificiales.

3.3 Modelo de efectos aleatorios

El modelo de efectos fijos es un enfoque razonable cuando podemos estar seguros de que las diferencias entre unidades se pueden interpretar como un desplazamiento paramétrico de la función de regresión. Este modelo podría interpretarse como exclusivamente aplicable a las unidades de sección cruzada del estudio, aunque no a unidades adicionales fuera de la muestra. Por ejemplo, una comparación entre países puede incluir el conjunto completo de países, para el que es razonable suponer que el modelo es constante. De la misma forma, en el estudio de Greene citado anteriormente, la muestra de 114 empresas era prácticamente exhaustiva respecto a las empresas eléctricas de propiedad privada de los Estados Unidos. En otros contextos puede ser más apropiado interpretar los términos constantes específicos de la unidad, como distribuidos aleatoriamente entre las unidades de la sección cruzada. Esto sería apropiado si creemos que las unidades de sección cruzada de la muestra son extracciones muestrales de una población grande.

Considérese, entonces, una reformulación del modelo

$$y_{it} = \alpha + \beta'x_{it} + u_i + \epsilon_{it}, \quad (14-18)$$

donde hay K regresores además del término constante. El componente u_i es el error aleatorio que caracteriza a la i -ésima observación, y es constante a lo largo del tiempo. En el análisis de familias, podemos interpretarlos como el conjunto de factores, no incluidos en la regresión, que son específicos a esa familia.

Suponemos además que

$$\begin{aligned}
 E[\epsilon_{it}] &= E[u_i] = 0, \\
 E[\epsilon_{it}^2] &= \sigma_\epsilon^2, \\
 E[u_i^2] &= \sigma_u^2, \\
 E[\epsilon_{it}u_j] &= 0 \text{ para cada } i, t \text{ y } j, \\
 E[\epsilon_{it}\epsilon_{js}] &= 0 \text{ si } t \neq s \text{ o } i \neq j, \\
 E[u_iu_j] &= 0 \text{ si } i \neq j
 \end{aligned} \tag{14-19}$$

Como antes, es útil interpretar la formulación del modelo en bloques de T observaciones para las observaciones i , y_i , u_i y ϵ_i . Para estas T observaciones, sea

$$w_{it} = \epsilon_{it} + u_i$$

y

$$w_i = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{iT}]'$$

Dada la forma de w_{it} , este se denomina con frecuencia, modelo de componentes del error. Entonces,

$$\begin{aligned}
 E[w_{it}^2] &= \sigma_\epsilon^2 + \sigma_u^2, \\
 E[w_{it}w_{is}] &= \sigma_u^2, t \neq s.
 \end{aligned}$$

Para las T observaciones de la unidad i , sea $\Omega = E[w_iw_i']$. Entonces,

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_\epsilon^2 + \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \dots & \sigma_u^2 \\ \sigma_u^2 & \sigma_\epsilon^2 + \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \dots & \sigma_u^2 \\ \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_\epsilon^2 + \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \dots & \sigma_u^2 \\ \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_\epsilon^2 + \sigma_u^2 & \dots & \sigma_u^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_\epsilon^2 + \sigma_u^2 & \sigma_u^2 \end{bmatrix} = \sigma_\epsilon^2 I + \sigma_u^2 ii', \tag{14-20}$$

donde i es un vector columna $T \times 1$ de unos. Como las observaciones i y j son independientes, la matriz de varianzas y covarianzas de los errores para las nT observaciones es:

$$V = \begin{bmatrix} \Omega & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \Omega & 0 & \cdots & 0 \\ & & & \ddots & \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & \Omega \end{bmatrix}. \quad (14-21)$$

Esta matriz tiene una estructura particularmente sencilla.

3.3.1 Mínimos cuadrados generalizados

Para los mínimos cuadrados generalizados, necesitamos $V^{-1/2} = I \otimes \Omega^{-1/2}$. Por tanto, sólo necesitamos encontrar $\Omega^{-1/2}$, que es

$$\Omega^{-1/2} = I - \frac{\theta}{T} ii',$$

donde

$$\theta = 1 - \frac{\sigma_\epsilon}{\sqrt{T\sigma_u^2 + \sigma_\epsilon^2}}.$$

Por tanto, la transformación de y_i y X_i para MCG es,

$$\Omega_i^{-1/2} y_i = \begin{bmatrix} y_{i1} & - & \theta \bar{y}_i \\ y_{i2} & - & \theta \bar{y}_i \\ \vdots & & \\ y_{iT} & - & \theta \bar{y}_i \end{bmatrix}. \quad (14-22)$$

Y de la misma forma para las filas de X_i . Para los datos en su conjunto, mínimos cuadrados generalizados se calculan regresando estas desviaciones parciales de y_{it} sobre las mismas transformaciones de x_{it} . Nótese las similitudes de este procedimiento con los cálculos en el modelo de MCVF, donde $\theta = 1$. (θ se puede interpretar como el efecto que quedaría si σ_ϵ fuese cero, ya que el único efecto sería u_i . En este caso, los modelos de efectos fijos y aleatorios son indistinguibles, por lo que este resultado tiene sentido.)

Se puede demostrar que el estimador de MCG, como el estimador de MCO, es una media ponderada matricial de los estimadores intra y entre-unidades:

$$\hat{\beta} = \hat{F}^w b^w + (I - \hat{F}^w) b^b, \quad (14-23)$$

donde

$$\hat{F}^w = [S_{xx}^w + \lambda S_{xx}^b]^{-1} S_{xx}^w,$$

$$\lambda = \frac{\sigma_\epsilon^2}{\sigma_\epsilon^2 + T\sigma_u^2} = (1 - \theta)^2.$$

En la medida que λ difiere de uno, vemos que la ineficiencia de mínimos cuadrados vendrá dada por una ponderación ineficiente de los dos estimadores de mínimos cuadrados. Mínimos cuadrados ordinarios comparado con mínimos cuadrados generalizados, otorga demasiada ponderación a las variaciones entre-unidades. Lo incluye todo en las variaciones de X , en vez de distribuir una parte a la variación aleatoria entre grupos, atribuible a la variación de u_i entre unidades.

Hay algunos casos extremos que deben considerarse. Si $\lambda = 1$, mínimos cuadrados generalizados coinciden con mínimos cuadrados ordinarios. Esto ocurriría si σ_u^2 fuese cero, en cuyo caso, el modelo de regresión clásica sería aplicable. Si λ es igual a cero, el estimador es el de variables artificiales que utilizamos en el contexto de efectos fijos. Hay dos posibilidades. Si σ_ϵ^2 fuese cero, todas las variaciones entre unidades se deberían a las distintas u_i que, como son constantes en el tiempo, serían equivalentes a las variables artificiales que utilizamos en el modelo de efectos fijos.

La pregunta de si eran fijos o aleatorios se convertiría en este caso en discutible. Son la única fuente de variación entre unidades, una vez que se tiene en cuenta la regresión. El otro caso es $T \rightarrow \infty$. Lo podemos interpretar de la siguiente forma: Si $T \rightarrow \infty$, la u_i inobservable se convierte en observable. Tomemos las T observaciones de la i -ésima unidad. Nuestro estimador de $[\alpha, \beta]$ es consistente en las dimensiones T o n .

Por tanto,

$$y_{it} - \alpha - \beta'x_{it} = u_i - \epsilon_{it}$$

es observable. Las medias individuales nos darán

$$\bar{y}_i - \alpha - \beta'\bar{x}_i = u_i + \bar{\epsilon}_i.$$

Pero $\bar{\epsilon}_i$ converge a cero, lo que revela u_i . Por tanto, si T tiende a infinito, u_i se convierte en la d_i que utilizamos antes. (Que no sea 1 es irrelevante; es diferente de cero únicamente para la unidad i).

3.3.2 Mínimos cuadrados generalizados factibles cuando Ω es desconocida

Si los componentes de la varianza son conocidos, los mínimos cuadrados generalizados se pueden calcular sin mucha dificultad. Por supuesto, esto es poco probable, por lo que, como es habitual, tendremos que estimar primero la varianza de los errores, y después utilizar un procedimiento MCGF. Un enfoque heurístico para la estimación de los componentes es el siguiente:

$$y_{it} = \alpha + \beta'x_{it} + \epsilon_{it} + u_i$$

y

$$\bar{y}_i = \alpha + \beta'\bar{x}_i + \bar{\epsilon}_i + u_i. \quad (14-24)$$

Por tanto, tomar desviaciones de las medias de los grupos elimina la heterogeneidad:

$$y_{it} - \bar{y}_i = \beta'[x_{it} - \bar{x}_i] + [\epsilon_{it} - \bar{\epsilon}_i]. \quad (14-25)$$

Como

$$E \left[\sum_{t=1}^T (\epsilon_{it} - \bar{\epsilon}_i)^2 \right] = (T-1)\sigma_\epsilon^2,$$

si β se observase, un estimador insesgado de σ_ϵ^2 , basado en T observaciones del grupo i sería:

$$\hat{\sigma}_\epsilon^2(i) = \frac{\sum_{t=1}^T (e_{it} - \bar{e}_i)^2}{T-K-1}. \quad (14-27)$$

Tenemos n estimadores de este tipo, por lo que hallamos su media para obtener

$$\begin{aligned} \bar{s}_\epsilon^2 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_\epsilon^2(i) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{\sum_{t=1}^T (e_{it} - \bar{e}_i)^2}{T-K-1} \right] \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (e_{it} - \bar{e}_i)^2}{nT - nK - n}. \end{aligned} \quad (14-28)$$

La corrección por grados de libertad en \bar{s}_ϵ^2 es excesiva porque supone que α y β se reestiman para cada i . Los parámetros estimados son las n medias \bar{y}_i y las K pendientes. Por tanto, proponemos el estimador insesgado

$$\hat{\sigma}_\epsilon^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (e_{it} - \bar{e}_i)^2}{nT - n - K}. \quad (14-29)$$

Éste es el estimador de la varianza en el modelo de MCVF de (14-8), corregido por grados de libertad de forma apropiada. Las n medias,

$$\begin{aligned} \epsilon_{**i} &= \bar{y}_i - \alpha - \beta' \bar{x}_i \\ &= \bar{\epsilon}_i + u_i, \end{aligned} \quad (14-30)$$

son independientes y tienen varianza

$$Var[\epsilon_{**i}] = \sigma_{**}^2 = \frac{\sigma_{\epsilon}^2}{T} + \sigma_u^2.$$

Mediante la incorporación de la corrección por grados de libertad a las estimaciones de β en la regresión de mínimos cuadrados de las medias de los grupos de (14-24), podemos utilizar:

$$\hat{\sigma}_{**}^2 = \frac{e'_{**}e_{**}}{n-K} = m_{**} \quad (14-31)$$

como un estimador insesgado de $\sigma_{\epsilon}^2/T + \sigma_u^2$. Esto sugiere el estimador

$$\hat{\sigma}_u^2 = \hat{\sigma}_{**}^2 - \frac{\hat{\sigma}_{\epsilon}^2}{T}. \quad (14-32)$$

Este estimador es insesgado, pero podría ser negativo en muestras finitas. Se han propuesto estimadores alternativos. Como el único requisito es un estimador consistente de $\hat{\sigma}_u^2$, cualquier estimación consistente de β podría utilizarse en (14-31), incluyendo el estimador original de MCO con datos agrupados. Tal resultado podría plantear cierta duda sobre lo apropiado del modelo, y antes de seguir en esta línea deberíamos reconsiderar la especificación del modelo de efectos aleatorios.

Queda todavía una complicación. Si hay algunos regresores que no varían dentro de los grupos, el estimador de MCVF no puede calcularse. Por ejemplo, en un modelo de renta familiar u oferta de trabajo, uno de los regresores puede ser una variable ficticia de localización, estructura familiar u opción de convivencia. Cualquiera de éstas podría ser perfectamente colineal con el efecto fijo de esa familia, lo que impediría el cálculo del estimador de MCVF. En este caso, todavía es posible estimar los componentes de la varianza de los efectos aleatorios. De nuevo, sea $[a, b]$ cualquier estimador consistente de $[\alpha, \beta]$, como el estimador de mínimos cuadrados ordinarios. Entonces, utilizando todos los residuos $nT, m_{ee} = e'e/(nT)$ tiene

$$\text{plim} \frac{e'e}{nT} = \sigma_\epsilon^2 + \sigma_u^2.$$

Ahora, utilizando las n medias de grupo, se puede todavía utilizar (14-31) para la estimación. Esto nos da dos ecuaciones de momentos en los dos términos de varianzas desconocidos,

$$m_{**} = \frac{\sigma_\epsilon^2}{T} + \sigma_u^2,$$

$$m_{ee} = \sigma_\epsilon^2 + \sigma_u^2,$$

que tienen como soluciones

$$\hat{\sigma}_\epsilon^2 = \frac{T}{T-1} (m_{ee} - m_{**})$$

$$\hat{\sigma}_u^2 = \frac{T}{T-1} m_{**} - \frac{1}{T-1} m_{ee}$$

$$= \omega m_{**} + (1 - \omega) m_{ee},$$

Donde $\omega > 1$. Como en el caso anterior, esto puede producir una estimación negativa de $\hat{\sigma}_u^2$, que de nuevo pone en cuestión la especificación del modelo.

3.3.3 Contraste de efectos aleatorios

Breusch y Pagan (1980) han diseñado un contraste del multiplicador del LaGrange para el modelo de efectos aleatorios, basado en los residuos de MCO. Para

$$H_0: \sigma_u^2 = 0 \quad (\text{o } \text{Corr}[w_{it}, w_{is}] = 0),$$

$$H_1: \sigma_u^2 \neq 0,$$

el contraste estadístico es

$$\begin{aligned}
 LM &= \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^n [\sum_{t=1}^T e_{it}]^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2 \\
 &= \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^n (T\bar{e}_i)^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2.
 \end{aligned} \tag{14-33}$$

Bajo la hipótesis nula, LM se distribuye como una chi-cuadrado con un grado de libertad. Un atajo útil para calcular LM es el siguiente: sea D la matriz de variables artificiales definida en (14-2), y sea e el vector de residuos de MCO. Entonces,

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{e'DD'e}{e'e} - 1 \right]^2. \tag{14-34}$$

Con los estimadores de las varianzas disponibles, se puede utilizar MCGF para estimar los parámetros del modelo. Todos nuestros resultados anteriores para estimadores MCGF son aplicables aquí. También sería posible obtener el estimador de máxima verosimilitud. La función de verosimilitud es complicada, pero como hemos visto repetidamente, el EMV de β será MCG basado en los estimadores de máxima verosimilitud de los componentes de la varianza. Se puede demostrar que los EMV de $\hat{\sigma}_\epsilon^2$ y $\hat{\sigma}_u^2$ son los estimadores insesgados mostrados anteriormente, sin sus correcciones por grados de libertad. Este modelo satisface los requisitos para el algoritmo de Oberhofer-Kmenta, por lo que también podríamos utilizar el procedimiento de MCGF iterados para obtener los EMV. Las estimaciones iniciales consistentes podrían basarse en los residuos de mínimos cuadrados. Aun así, otros estimadores han sido propuestos. Ninguno tendrá mejores propiedades asintóticas que los estimadores de EMV o MCGF, pero pueden superar el comportamiento de éstos en muestras finitas.

Ninguna de las propiedades deseables de los estimadores en el modelo de efectos aleatorios se apoya en que T tienda a infinito. De hecho, es probable que T sea bastante pequeño. El estimador de máxima verosimilitud de σ_ϵ^2 es exactamente igual a una media de n estimadores, cada uno basado en las T observaciones de la unidad i . [Véase (14-28).] Cada componente de esta media es, en principio,

consistente. Es decir, su varianza es de orden $1/T$ o menor. Como T es pequeño, ésta puede ser relativamente alto; sin embargo, cada término nos proporciona información acerca del parámetro. La media sobre las n unidades de sección cruzada tiene una varianza del orden de $1/(nT)$, que tenderá a cero si n aumenta, incluso si consideramos T como fijo. La conclusión a extraer es que nada en este análisis se basa en que T tienda a infinito. Aunque se puede demostrar que algunos resultados de consistencia se obtendrían cuando T aumenta, el conjunto de datos de panel típico se basa en conjuntos de datos para los que no tiene sentido suponer que T crece sin límite o, incluso en algunos casos, que T crece. Como proposición general, es necesario ser cuidadoso al diseñar estimadores cuyas propiedades dependan de si T es alto, o no. Los estimadores convencionales y ampliamente utilizados que hemos discutido aquí no lo hacen, pero no hemos agotado todas las posibilidades.

El modelo de MCVF se apoya en que T tienda a infinito para la consistencia. Para ver esto, utilizamos la regresión particionada. Las pendientes son

$$b = [X' M_d X]^{-1} [X' M_d y].$$

Como X es $nT \times K$, mientras la matriz de momentos invertida converja a una matriz de ceros, b es consistente siempre que o n o T aumenten sin límites. Pero los coeficientes de las variables ficticias son

$$a_i = \bar{y}_i - b' \bar{x}_i.$$

$$= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T e_{it}.$$

Ya hemos visto que b es consistente. Supongamos por el momento que $\bar{x}_i = 0$. Entonces, $\text{Var}[a_i] = \text{Var}[y_{it}]/T$. Por tanto, a no ser que $T \rightarrow \infty$, las estimaciones de los efectos específicos de cada unidad, no son consistentes. (Sin embargo, son estimadores lineales insesgados óptimos.) Esto es importante tenerlo en cuenta cuando se analicen conjuntos de datos para los que T es fijo, y no hay intención de

replicar el estudio, ni argumento lógico que justifique la afirmación de que, en principio, podría haber sido replicado.

El modelo de efectos aleatorios fue desarrollado por Balestra y Nerlove (1996). Su formulación incluía un efecto temporal específico así como el efecto individual:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \epsilon_{it} + u_i + v_t.$$

La formulación ampliada es analíticamente bastante complicada. En el estudio de Balestra y Nerlove, se complicó todavía más por la presencia de una variable dependiente desfasada, que causaba todos los problemas discutidos anteriormente en nuestra discusión de la autocorrelación. Un conjunto completo de resultados para este modelo ampliado, incluyendo un método para tratar la variable dependiente desfasada ya ha sido desarrollado. Sin embargo, el modelo completo raramente se utiliza. La mayoría de los estudios limitan el modelo a los efectos individuales y, si es necesario, modelizan los efectos temporales de alguna otra manera.

3.3.4 Contraste de Hausman para efectos fijos y aleatorios

En distintos lugares hemos distinguido entre modelos de efectos fijos y aleatorios. Una pregunta inevitable es: ¿Cuál debemos utilizar? Se ha sugerido que la distinción entre modelos de efectos fijos y aleatorios es una interpretación errónea. Mundlak (1978) argumenta que siempre debemos tratar los efectos individuales como aleatorios. El modelo de efectos fijos se analiza, simplemente, condicional a los efectos presentes en la muestra observada. Se puede argumentar que ciertos factores institucionales, o características de los datos, abogan por uno u otro pero, desgraciadamente, este enfoque no siempre es de mucha ayuda.

Desde un punto de vista estrictamente práctico, el enfoque de las variables artificiales es costoso en términos de grados de libertad perdidos y, en un conjunto de datos longitudinales amplio, el modelo de efectos aleatorios tiene un cierto atractivo desde el punto de vista intuitivo. Por otra parte, el enfoque de efectos fijos

tiene una ventaja considerable. No hay justificación para tratar los efectos individuales como no correlacionados con los otros regresores, como se supone en el modelo de efectos aleatorios. Por tanto, el tratamiento de efectos aleatorios puede ser inconsistente, debido a variables omitidas.

Es posible contrastar la ortogonalidad de los efectos aleatorios y los regresores. El contraste de especificación diseñado por Hausman (1978) tiene el mismo formato que el del modelo de errores en variables. Se basa en la idea de que, bajo la hipótesis de no correlación, ambos, MCO en el modelo MCVF, y MCG, son consistentes, pero MCO es ineficiente, mientras que bajo la alternativa, MCO es consistente, pero MCG no lo es. Por tanto, bajo la hipótesis nula, las dos estimaciones no deberían diferir sistemáticamente, y un contraste se puede basar en la diferencia. El otro ingrediente esencial para el contraste es la matriz de varianzas y covarianzas del vector de diferencias, $[b - \hat{\beta}]$:

$$Var[b - \hat{\beta}] = Var[b] + Var[\hat{\beta}] - Cov[b, \hat{\beta}] - Cov[b, \hat{\beta}]'. \quad (14-35)$$

El resultado esencial de Hausman es que la covarianza de un estimador eficiente con su diferencia respecto a un estimador ineficiente es cero. Esto implica que

$$Cov[(b, \hat{\beta}), \hat{\beta}] = Cov[b, \hat{\beta}] - Var[\hat{\beta}] = 0$$

o que

$$Cov[b, \hat{\beta}] = Var[\hat{\beta}].$$

Insertando esto en (14-35) genera la matriz de varianzas y covarianzas requerida para el contraste,

$$Var[b - \hat{\beta}] = Var[b] - Var[\hat{\beta}] = \Sigma. \quad (14-36)$$

El contraste chi-cuadrado se basa en el criterio de Wald:

$$W = \chi^2[K] = [b - \hat{\beta}]' \hat{\Sigma}^{-1} [b - \hat{\beta}]. \quad (14-37)$$

Para $\hat{\Sigma}$, utilizamos las matrices de varianzas y covarianzas estimadas de los estimadores de pendientes en el modelo MCVF, y la matriz de varianzas y covarianzas estimada en el modelo de efectos aleatorios, excluyendo el término constante. Bajo la hipótesis nula, W se distribuye asintóticamente como una chi-cuadrado con K grados de libertad.

3.3.5 Heterocedasticidad y estimación robusta de la covarianza

Como los modelos considerados aquí son extensiones del modelo clásico de regresión, podemos calcular los estimadores de mínimos cuadrados generalizados ordinarios, o factibles, y obtener un estimador robusto apropiado de la matriz de varianzas y covarianzas, o podemos imponer alguna estructura en la varianza de los errores y utilizar mínimos cuadrados generalizados. En los contextos de datos de panel, hay mayor flexibilidad para el segundo enfoque sin introducir supuestos fuertes sobre la naturaleza de la heterocedasticidad.

3.3.6 Estimación robusta del modelo de efectos fijos

En el modelo de efectos fijos, la matriz completa de regresores es $Z = [D, X]$. La matriz de covarianzas de White, consistente frente a heterocedasticidad para MCO (es decir, para el estimador de efectos fijos), es el bloque inferior derecho de la matriz particionada,

$$Var Est. [a, b] = (Z'Z)^{-1}Z'E^2Z(Z'Z)^{-1},$$

donde E es una matriz diagonal de residuos de mínimos cuadrados (estimador de efectos fijos). Esto parecería implicar un cálculo impresionante, pero afortunadamente, se resuelve de forma muy simple. El estimador de White para las pendientes se obtiene, simplemente, utilizando los datos en forma de

desviaciones de la media de grupo [véase (14-4) y (14-8)] en el cálculo ya familiar de S_0 [véase (12-7) a (12-9)]. También, el estimador de la varianza de los errores en (14-8) es el análogo al de (12-3), del que demostramos, que tras reescalar apropiadamente Ω , era un estimador consistente de $\sigma^2 = plim[1/(nT)] \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sigma_{it}^2$. Esto implica que todavía podemos utilizar (14-8) para estimar la varianza de los efectos fijos.

Arellano (1987) ha llevado esto un paso más allá. Si se toma el i -ésimo grupo en su conjunto, podemos tratar las observaciones en

$$y_i = \alpha_i + X_i\beta + \epsilon_i$$

como un modelo de regresión generalizada con matriz de varianzas y covarianzas de los errores Ω_i . Un modelo tan general como éste, sin ninguna estructura en Ω , ofrecía muy pocas posibilidades de estimación robusta, o de cualquier otro tipo. Pero el problema es más manejable con un conjunto de datos de panel. Como antes, vamos a designar por X_{i*} , los datos en forma de desviaciones con respecto a las medias de grupo. El análogo de $X'\Omega X$ aquí es

$$X'_{*}\Omega X_{*} = \sum_{i=1}^n (X'_{i*}\Omega_i X_{i*}).$$

Con el mismo tipo de razonamiento, podemos considerar estimar Ω_i con la muestra de un, $e_i e'_i$. Como antes, la cuestión no es la estimación consistente de los Ω_i individuales, sino la estimación de la suma. Si n es suficientemente grande, entonces podríamos argumentar que

$$\begin{aligned} plim \frac{1}{nT} X'_{*}\Omega X_{*} &= plim \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n X'_{i*}\Omega_i X_{*i} \\ &= plim \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{T} X'_{*i} e_i e'_i X_{*i} \end{aligned}$$

$$= plim \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sum_{s=1}^T e_{it} e_{is} x_{*it} x'_{*is} \right).$$

El resultado es una combinación de los estimadores de White y Newey-West. Pero las ponderaciones en el último son 1 en vez de $[1 - l/(L + 1)]$. La razón es que no hay correlación entre grupos, pero lo que la suma, de hecho, es simplemente una media de matrices finitas.

3.3.7 Heterocedasticidad en el modelo de efectos aleatorios

Como el modelo de efectos aleatorios es un modelo de regresión generalizado con una estructura conocida, la estimación robusta de la matriz de varianzas y covarianzas para el estimador de MCO en este contexto no es el mejor uso que podría darse a los datos. Si suponemos una estructura de covarianzas perfectamente general, se puede utilizar, simplemente, los resultados de la sección anterior, con un único término constante para todos, en vez de un conjunto de efectos fijos. Pero en el contexto del modelo de efectos aleatorios $v_{it} = \epsilon_{it} + u_i$, permitir que la varianza de los errores del componente específico de grupo u_i varíe entre grupos, sería una generalización útil. Para estimar podemos utilizar la siguiente estrategia. Al introducir la heterocedasticidad en la estimación del modelo de efectos aleatorios permite que varíe el tamaño del grupo. Pero el estimador sería el mismo si, en vez de $\theta_i = 1 - \sigma_\epsilon / (T_i \sigma_u^2 + \sigma_\epsilon^2)^{1/2}$, nos encontrásemos con

$$\theta_i = 1 - \frac{\sigma_\epsilon}{\sqrt{T \sigma_u^2 + \sigma_\epsilon^2}}$$

e incluso si ambos T y σ_u^2 variaran entre grupos. Por tanto, para calcular el estimador apropiado de mínimos cuadrados generalizados factibles, de nuevo basta con diseñar un estimador para los componentes de la varianza, y después aplicar la transformación de MCG mostrada anteriormente.

Si

$$\text{Var}[v_{it}] = \sigma_{\epsilon}^2 + \sigma_{ui}^2,$$

entonces en (14-29), s^2 , la varianza residual en el modelo MCVF, todavía nos proporciona un estimador consistente de σ_{ϵ}^2 . Dentro de cada grupo, podemos estimar $\sigma_{\epsilon}^2 + \sigma_{ui}^2$ con la varianza residual basada en cualquier estimador consistente de $[\alpha, \beta]$. El estimador de mínimos cuadrados ordinarios es el candidato natural, así que

$$\widehat{\sigma_{ui}^2 + \sigma_{\epsilon}^2} = \frac{\sum_{t=1}^T (e_{it} - \bar{e}_i)^2}{T - 1} = s_i^2.$$

A partir de aquí, un estimador de σ_{ui}^2 es

$$\hat{\sigma}_{ui}^2 = s^2 - s_i^2.$$

Ahora podemos computar el estimador MCGF como antes.

Este método tiene una complicación que probablemente es bastante frecuente. Nada evita que la varianza del estimador sea negativa. Como T (o T_i) es probable que sea bastante pequeño, aunque la muestra completa es probable que sea grande, habrá mucha variabilidad muestral en s_i^2 que se promedia (sobre n) en s^2 , por lo que la diferencia es probable que sea negativa en muchas aplicaciones. Para este caso se han sugerido varios arreglos. Un recurso sugerido por Baltagi es simplemente reemplazar valores negativos por ceros. Esto implica que $\theta_i = 0$, por lo que en el cálculo de las estimaciones de MCGF, los datos de este grupo aparecerán en la suma de cuadrados, o productos cruzados, sin transformar.

3.3.8 Autocorrelación

Con el estimador de MCVF disponible, la estimación de los parámetros del proceso de los errores, y las transformaciones de los datos que permiten calcular el MCGF, proceden de la misma forma que antes. La extensión que se podría considerar es permitir que el (los) coeficiente(s) de correlación varíe(n) entre grupos. Pero incluso así, tratar cada grupo de observaciones como una muestra en sí misma proporciona el marco adecuado para la estimación.

Como en el caso anterior, en el modelo de efectos aleatorios hay complicaciones adicionales. El modelo de regresión es

$$y_{it} = \alpha + \beta'x_{it} + \epsilon_{it} + u_i.$$

Si ϵ_{it} es generado por un proceso AR(1), $\epsilon_{it} = \rho\epsilon_{i,t-1} + v_{it}$, entonces el conocido proceso de diferenciación parcial que utilizamos anteriormente generaría

$$\begin{aligned} y_{it} - \rho y_{i,t-1} &= \alpha(1 - \rho) + \beta'(x_{it} - \rho x_{i,t-1}) + \epsilon_{it} - \rho\epsilon_{i,t-1} + u_i(1 - \rho) \\ &= \alpha(1 - \rho) + \beta'(x_{it} - \rho x_{i,t-1}) + v_{it} + u_i(1 - \rho) \\ &= \alpha(1 - \rho) + \beta'(x_{it} - \rho x_{i,t-1}) + v_{it} + w_i. \end{aligned}$$

Por tanto, si se tuviese un estimador de ρ disponible, al menos se podría tratar las observaciones parcialmente diferenciadas en cada grupo, como el mismo modelo de efectos aleatorios que acabamos de examinar. Los estimadores de la varianza tendrían que ajustarse por un factor de $(1 - \rho)^2$. Quedan dos cuestiones pendientes: (1) ¿Cómo se obtiene la estimación de ρ ? y (2) ¿Cómo se trata a la primera observación? Para la primera, un recurso simple es el primer coeficiente de autocorrelación de los residuos de MCVF (para purgar los residuos de los efectos individuales específicos, u_i). Este estimador será consistente en nT . De hecho, es consistente en T , pero por supuesto, es probable que T sea pequeño.

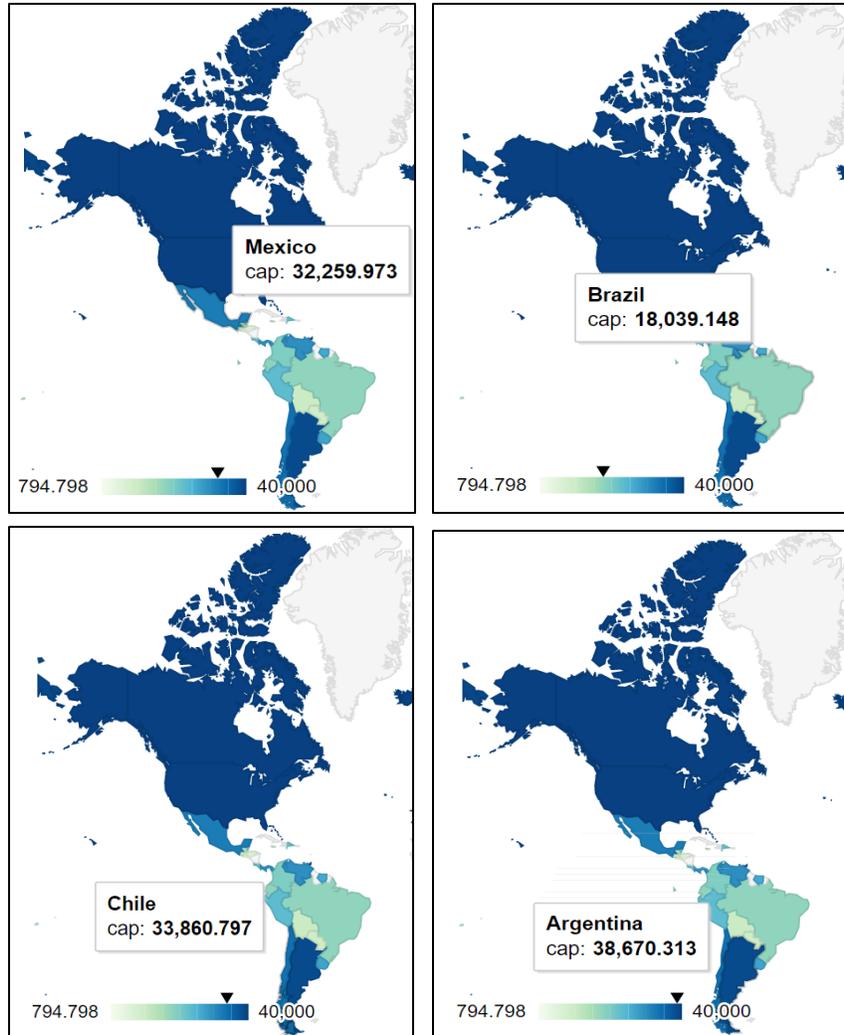
La segunda pregunta es más difícil. La estimación es sencilla si simplemente se elimina la primera observación. Omitir la primera observación en una serie temporal podría llevarnos a una pérdida de eficiencia importante. Si el número de unidades de sección cruzada es pequeño, el mismo efecto podría producirse aquí. Pero si el panel contiene muchos grupos (n grande), entonces es menos probable que el que se omita la primera observación cause el mismo tipo de problemas. En vez de esto, se puede aplicar la transformación Prais-Winsten a la primera observación en cada grupo [multiplicar por $(1 - \rho^2)^{1/2}$], pero entonces nos encontramos con una complicación adicional en la segunda etapa (MCGF) cuando las observaciones se transforman una segunda vez. Haciendo balance, el estimador Cochrane-Orcutt es probablemente un punto intermedio razonable. Baltagi (1995, p. 83) discute este procedimiento. Éste también discute la estimación de procesos AR y MA de orden superior.

De la misma manera que en la sección anterior, podríamos permitir que la autocorrelación difiriera entre grupos. Se puede calcular una estimación de cada ρ_i utilizando los datos de desviaciones con respecto a la media de grupo. Este estimador es consistente en T , lo que es problemático en este contexto. En el caso anterior, solucionamos esta dificultad obteniendo la media de las estimaciones «débiles» de ese tipo, y consiguiendo consistencia en la dimensión de n en vez de en T . Perderemos esa ventaja cuando permitimos que ρ varíe entre grupos. Éste es el mismo resultado que surgió en nuestro estudio de la heterocedasticidad.

3.4 Evidencia empírica para América Latina

Gráfica 8. Ingreso anual por trabajador para Argentina, Brasil, Chile y México

2011

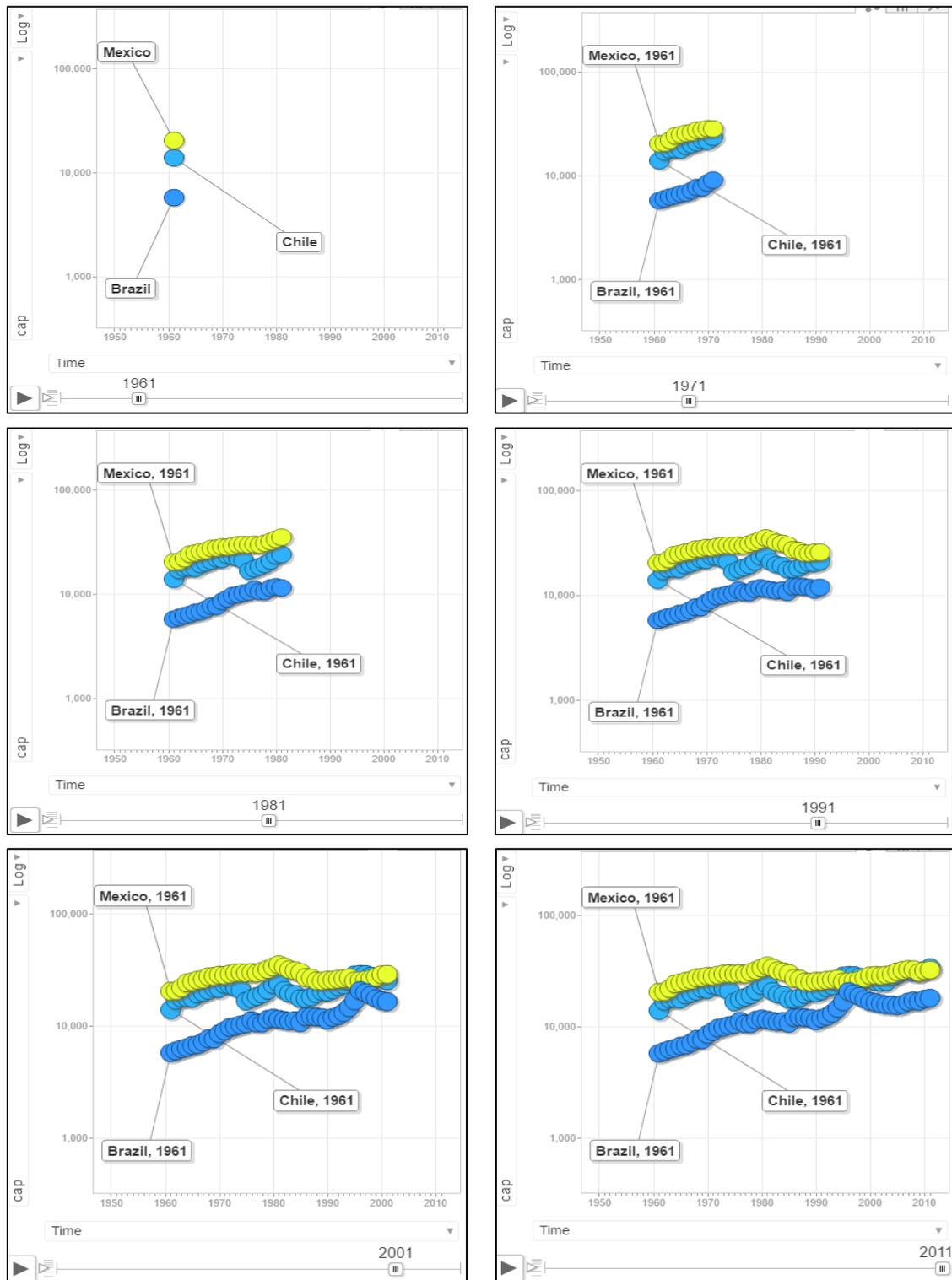


Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

Los mapas contienen el ingreso anual por trabajador en el año 2011 para Argentina, Brasil, Chile y México.

En el caso de Argentina el ingreso por trabajador alcanza los 38, 670 USD anuales, en Brasil es de 18, 039 USD. Chile percibe un ingreso por trabajador de 33, 860 USD y finalmente en México cada trabajador obtiene un ingreso de 32, 259 USD.

Gráfica 9. Ingreso por trabajador (Y/L) para Brasil, Chile y México 1961-2011



Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

En las siguientes gráficas podemos apreciar como fue el desarrollo del ingreso por trabajador (Y/L) de Brasil, Chile y México desde el año de 1961 hasta 2011.

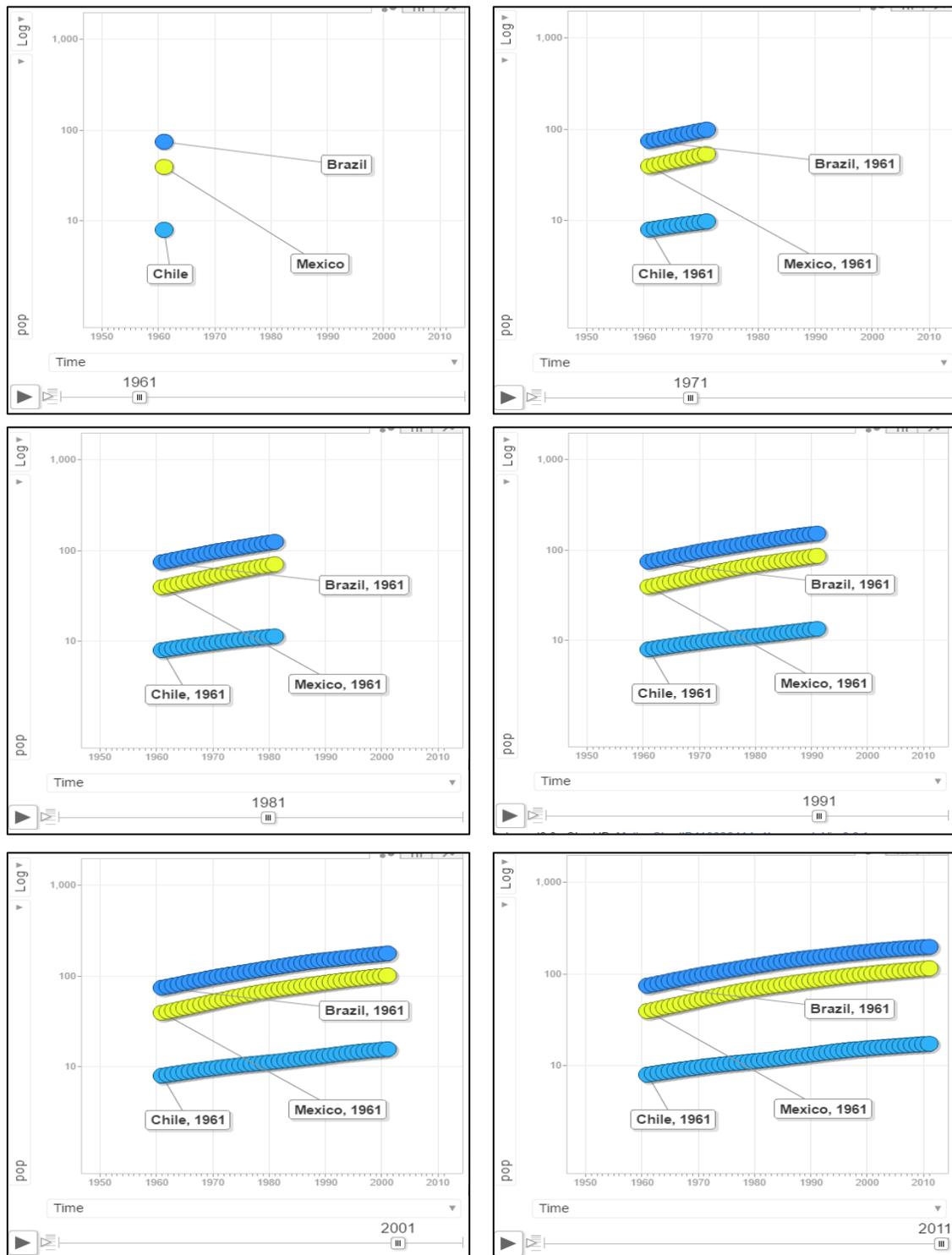
Para 1961 México se encontraba por encima de los dos países restantes en cuanto al ingreso por trabajador, ya que contaba con 20, 937 USD por trabajador, asimismo Chile percibía 13, 930 USD por trabajador y Brasil se encontraba en 5, 756 USD por persona empleada. Si comparamos los ingresos entre México que tiene el ingreso por trabajador más alto con los dos países restantes, encontramos que la diferencia de salario con Chile era de 7, 007 USD y con Brasil de 15, 181 USD.

En 1971, la brecha se redujo entre Chile y México ya que el ingreso por trabajador se hallaba en 23, 519 USD y 28, 325 USD respectivamente, es decir, había una diferencia de 4, 806 USD.

Para la siguiente década el ingreso por empleado de Brasil, Chile y México era de 11, 487, 24, 006 y 35, 225 USD respectivamente. En 20 años el ingreso en Brasil creció 5, 731 USD (99.56 %), en Chile aumento 10, 076 USD (72.33 %) y México creció 14, 288 USD (68.24 %). Ya en los años noventa hubo un declive en los ingresos en dos de los países, a saber, en México el ingreso se ubicaba en 25, 693 USD, en Chile 20, 956 USD pero en Brasil aumento a 11, 894 USD.

Finalmente, para 2001 es notorio que Chile empieza a reducir de manera significativa esa brecha salarial que existía con México desde un inicio. Y ya para 2011 Chile rebasó a México en cuanto al ingreso por trabajador, ya que el ingreso ahora es de 33, 861 USD y 32, 260 USD respectivamente. Asimismo, el ingreso por trabajador de Brasil fue de 18, 039 USD. Sí, comparamos las cantidades de 2011 con las de 1961, tenemos que, la diferencia es de 12, 283 (213.39 %), 19, 931 (143.07 %) y 11, 323 (54.08 %) USD para Brasil, Chile y México correspondientemente.

Gráfica 10. Crecimiento poblacional (POP) para Brasil, Chile y México 1961-2011



Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

Estas gráficas nos muestran la evolución del crecimiento poblacional en millones para Brasil, Chile y México desde el año de 1961 hasta 2011.

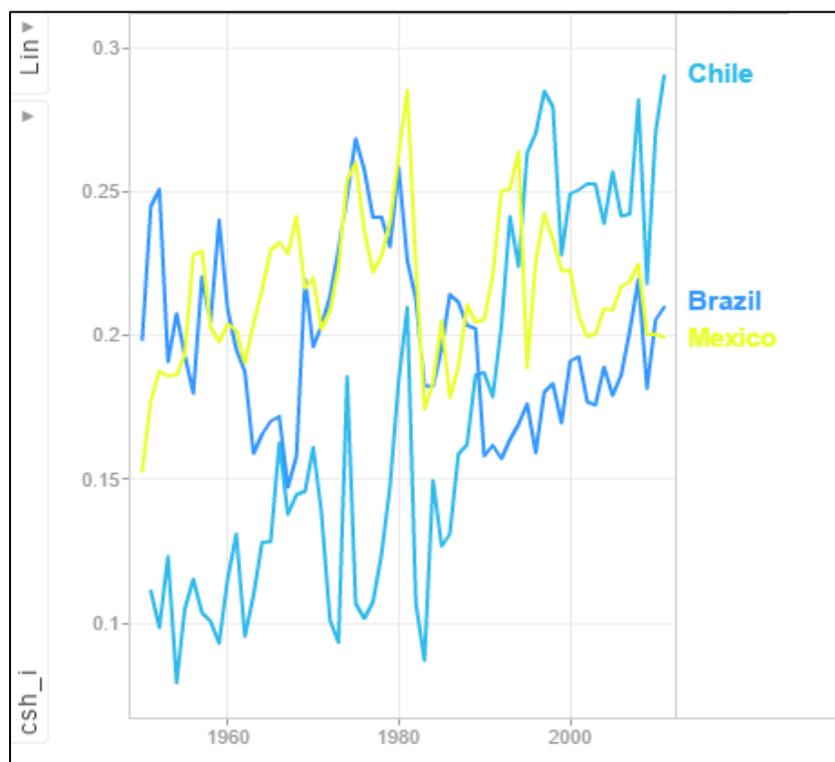
En el primer año de estudio el país que más población tenía era Brasil con 74 millones de habitantes, seguido de México que contaba con 39 millones de habitantes y Chile con tan solo 8 millones.

En 1971 las cifras aumentan un poco, ya que para este año tenemos 98 millones de brasileños, 53 millones de mexicanos y 10 millones de chilenos. En la siguiente década se mantiene la misma tendencia. Para esa década se tienen 125 millones de brasileños, 70 millones de mexicanos y 11 millones de chilenos. Hasta este punto hay una diferencia de 51 millones de personas nacidas en Brasil, 31 millones de personas para México y 3 millones de chilenos si comparamos las cantidades de 1981 y 1961.

En 1991, la población total de Brasil llegó a los 152 millones, la de México a 86 millones y Chile a 13 millones. Para los siguientes diez años las cifras se ubicaban en 177 millones, 101 millones y 16 millones de personas para Brasil, México y Chile respectivamente.

Por último, en 2011 y haciendo una comparación con 2001, hubo un aumento de 45 millones de brasileños quedando la cifra en 197 millones. En el caso de México el aumento fue de 14 millones de mexicanos siendo la cifra final de 115 millones. Para Chile, solamente aumento en 1 millón de chilenos quedando la cifra en 17 millones. Cabe destacar que el que presentó un comportamiento más explosivo en cuanto al crecimiento de la población claramente es Brasil, ya que en cincuenta años su población se incrementó en 123 millones (1662.16 %). Por otro lado, Chile fue el país que experimento en menor medida el crecimiento de su población, debido a que ésta se incrementó en tan solo 9 millones (112.5 %) durante medio siglo.

Gráfica 11. Inversión privada (I_{Y1}) para Brasil, Chile y México 1961-2011



Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

Esta gráfica nos muestra la inversión privada (i_{y1}) que han tenido Brasil, Chile y México a lo largo del tiempo.

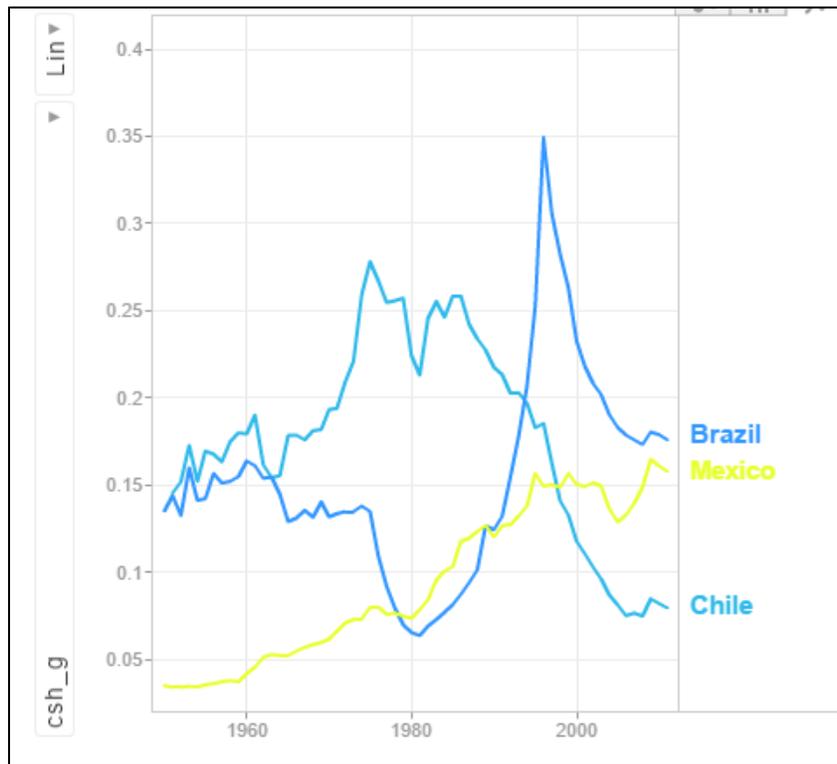
Se puede apreciar que el país que presentaba la mejor inversión en el año de 1961 era México con un 0.202, ligeramente por debajo se encuentra Brasil con 0.195 y la inversión privada de Chile se ubica en 0.131. Para 1971 el panorama cambia ya que ahora Brasil se encuentra ligeramente por arriba de México con un 0.203 y 0.202 respectivamente, por otra parte la inversión privada de Chile solo aumenta 0.008 quedando así en 0.139 para dicho período.

En 1981 se dan dos grandes auges, el primero de ellos es que Brasil alcanza su mayor nivel de inversión privada en veinte años ubicándose en 0.21. El otro es el de México en donde alcanzaría 0.285 en cuanto a inversión privada, nivel que no volvería a tocar en años posteriores. Cabe señalar que en 1983 Chile tuvo una importante caída en la inversión privada debido a que esta llegó a 0.087, lo cual

nos dice que en esa fecha Chile tuvo muy poca aportación por parte de los inversionistas privados en su economía.

Para finalizar, es de gran importancia señalar el gran repunte que tuvo Chile desde aquella caída, ya que la inversión privada de ese país fue creciendo hasta que en 2011 logró su máximo histórico que fue de 0.29, dejando atrás a Brasil y México con 0.21 y 0.199 correspondientemente. Es así que Chile, el país que en un inicio se encontraba por debajo de estos dos países pudo sobrepasar en cincuenta años los niveles de inversión privada.

Gráfica 12. Inversión pública (I_{Y2}) para Brasil, Chile y México 1961-2011



Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

La gráfica anterior nos permite observar el comportamiento de la inversión pública a través de los años. A primera vista se puede apreciar que Brasil es el que ha tenido un comportamiento más explosivo en comparación a los demás y que la inversión pública de Chile ha venido a menos.

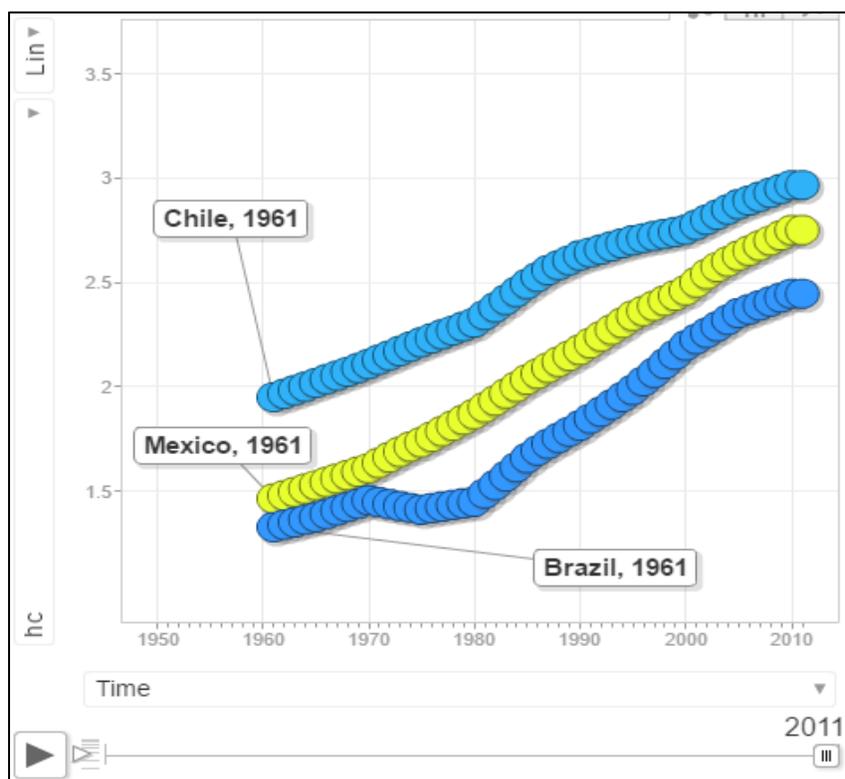
Es notorio que en 1961 México tenía una inversión pública deficiente dado que muestra un índice de 0.046. En contraste, Brasil y Chile tienen un mejor desempeño con un índice de 0.161 y 0.19 respectivamente. Ya para 1971, México empieza a tener una mayor inversión pública, ya que ahora el índice aumento a 0.066, al mismo tiempo Chile vio un ligero incremento en su inversión quedando en 0.194, por el contrario, Brasil tuvo una disminución de 0.028 estableciéndose en 0.133.

Para 1981 es notorio que Brasil ve mermada su inversión pública, ya que su índice se encuentra en 0.064, es decir que en veinte años su inversión pública ha disminuido 0.097. En tanto, Chile y México en esos mismos veinte años aumentaron su inversión en 0.023 y 0.032 correspondientemente.

En los años noventa destacan dos conductas, por un lado el gran repunte de Brasil y por el otro el declive de Chile. En el primero de ellos la inversión pública vivió su mayor auge debido a que llegó a un nivel de 0.349, un máximo histórico de entre los países observables en la gráfica. En el segundo, vemos que se empieza a trazar una muy evidente tendencia a la baja de la inversión pública y si juntamos el análisis con el de la gráfica anterior podemos destacar que el gobierno chileno decidió dejar de invertir en su economía para que las empresas privadas lo hicieran por ellos. México por su parte empieza a invertir en su propia economía, lo cual se refrenda con una tendencia positiva.

Por último, Chile que fue el país que empezó por encima de los otros dos ahora está por debajo de ellos; su índice de inversión pública se encuentra en uno de sus niveles más bajos con un 0.079, es decir, en cincuenta años su inversión ha disminuido 0.111. Brasil ha sido el país que más fluctuaciones ha tenido pero que al final presenta el mejor índice de inversión pública de los tres, siendo éste de 0.176, una diferencia de 0.015 respecto a la inversión de 1961 y 0.173 respecto a su mejor resultado histórico. De la misma manera, México desde un inicio ha tenido una tendencia positiva, lo cual nos dice que a través de los años el gobierno ha estado invirtiendo cada vez más. Su mejor resultado lo tuvo en 2009 con una inversión pública de 0.165 y en el último año de estudio logró tener en su inversión pública un índice de 0.158.

Gráfica 13. Capital humano (HC) para Brasil, Chile y México 1961-2011

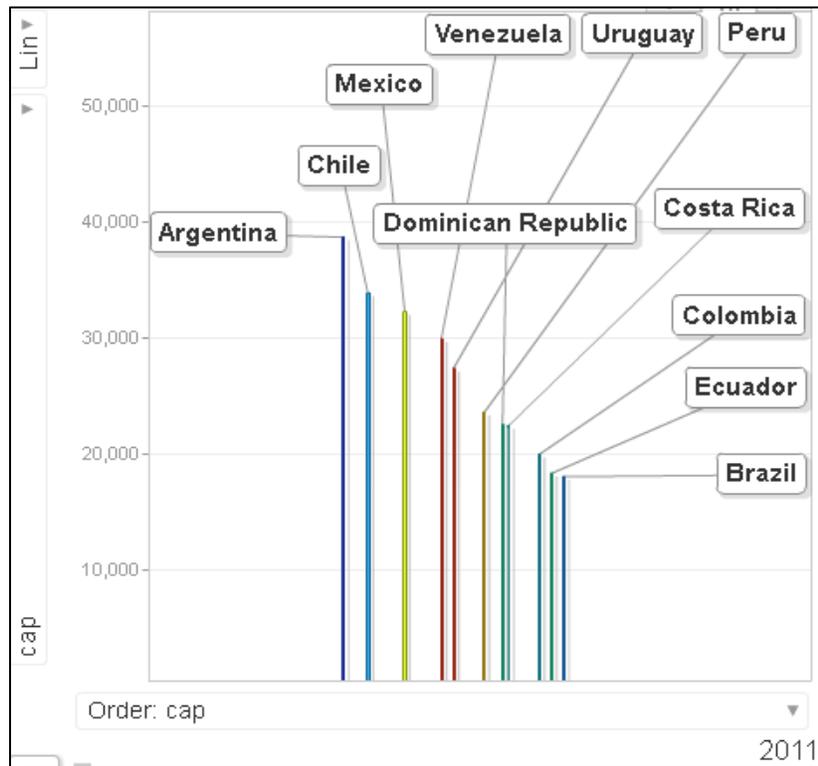


Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

En el esquema de capital humano (hc) vemos que los tres países muestran una tendencia positiva a lo largo del tiempo. Brasil, a partir de 1970 a 1980 tuvo un decremento en la inversión en capital humano, por otro lado, Chile de 1980 a finales de 1990 presentó un incremento en su hc, es decir, en esa época los chilenos se capacitaron aún más, lo que los llevo a tener una de las poblaciones mejor preparadas de Latinoamérica, por su parte, México a diferencia de los otros dos países, siempre tuvo un incremento constante de capital humano.

Lo anterior nos sugiere que desde 1961 hasta 2011 estos países han concentrado sus esfuerzos para que el capital humano crezca debido a que se han dado cuenta de que una población mejor preparada o más capacitada es la clave para que sus economías despeguen y de esa manera sean más productivos en cuanto a la creación de diversos objetos, manipulación de nueva tecnología, generación de nuevo conocimiento, etc.

Gráfica 14. Economías de América Latina

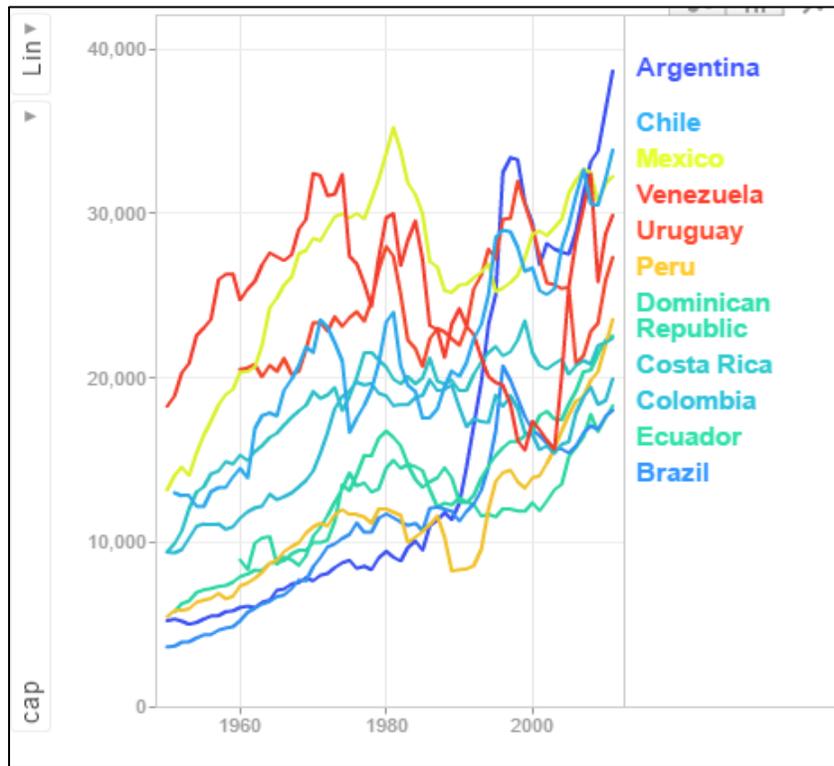


Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

En esta gráfica de barras se muestran los países de Latinoamérica que se contemplaron en el estudio, además se encuentran ordenados con respecto al ingreso que perciben de forma anual en el año 2011.

Argentina es el país que más ingreso percibe con 38,670 USD, le sigue Chile y México con 33,861 y 32,260 USD respectivamente. Los que menos ingresos generan son Colombia (19,959 USD), Ecuador (18,319 USD) y Brasil (18,039 USD).

Gráfica 15. Economías de América Latina II



Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

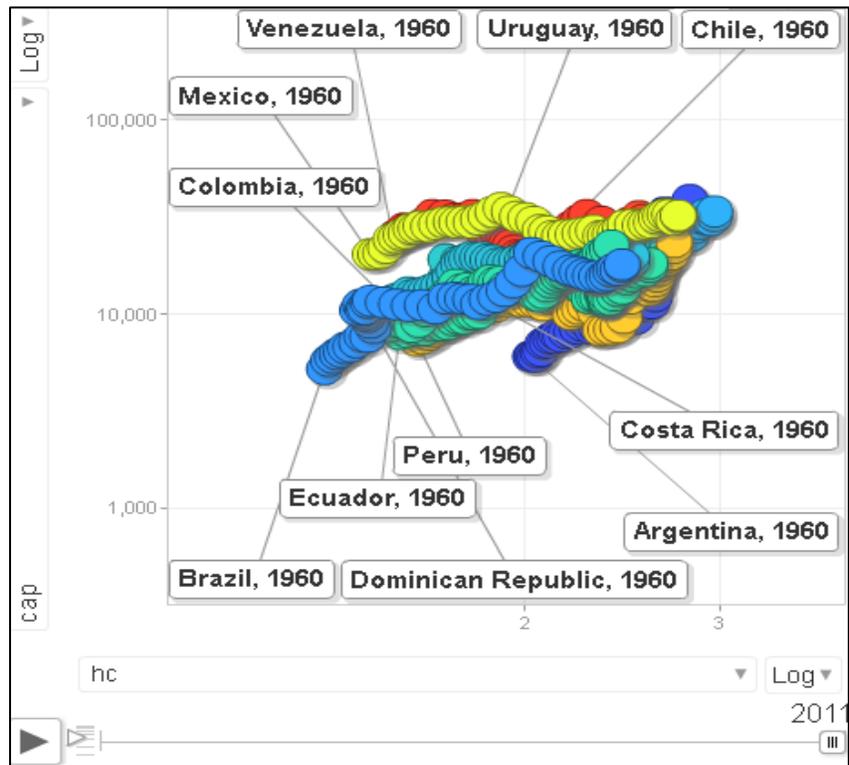
En esta gráfica también se muestra el ingreso anual por trabajador de cada país pero a diferencia del esquema anterior, aquí se nos muestra el comportamiento de este ingreso desde 1960 hasta 2011.

En 1960 Brasil fue el país con menor ingreso con 5,219 USD, Venezuela en ese mismo año tuvo el mayor ingreso de Latinoamérica con 24,734 USD y países como Costa Rica, Perú y Colombia tenían un ingreso de 15,299, 7,335 y 7,335 USD respectivamente.

Para 1990 México tuvo una caída en su ingreso quedando en 25,646 USD, Colombia por su parte incrementó su ingreso respecto a 1960 situándose en 18,205 USD, Brasil vería incrementado de manera significativa su ingreso a lo largo de una década. Perú por el contrario tendría su peor década, ya que el ingreso se ubicaría en 8,343 USD para ese entonces.

El caso más relevante es el de Argentina, país que a partir de 1990 tenía un ingreso de 12,389 USD y que posteriormente tendría un gran repunte durante esa década, siendo el punto máximo en 1997 alcanzando los 33,400 USD.

Gráfica 16. Relación Ingreso por trabajador/Capital humano para América Latina 1960-2011



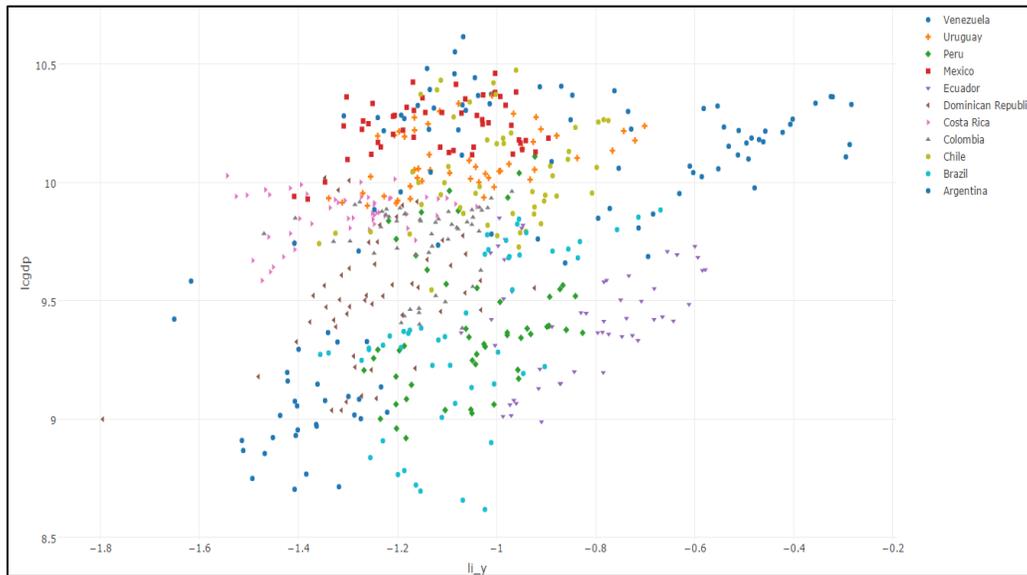
Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

La gráfica muestra como se ha comportado el ingreso por trabajador con respecto al capital humano para cada uno de los países desde 1960 hasta 2011.

Tal y como se puede apreciar en la gráfica la tendencia es positiva, lo cual nos indica que desde 1960 a 2011 tanto el capital humano como el ingreso por trabajador se han incrementado. Algunos países como México y Chile han visto un crecimiento constante de su capital humano, colocándolos como uno de los países mejor preparados y con mejor ingreso de Latinoamérica.

Otros como Brasil, no han tenido un crecimiento tan pleno, a saber, desde un principio el capital humano de este país crecía de buena forma pero al empezar la década de los setentas hubo un estancamiento en el capital humano pero en los años noventa tuvo un gran repunte.

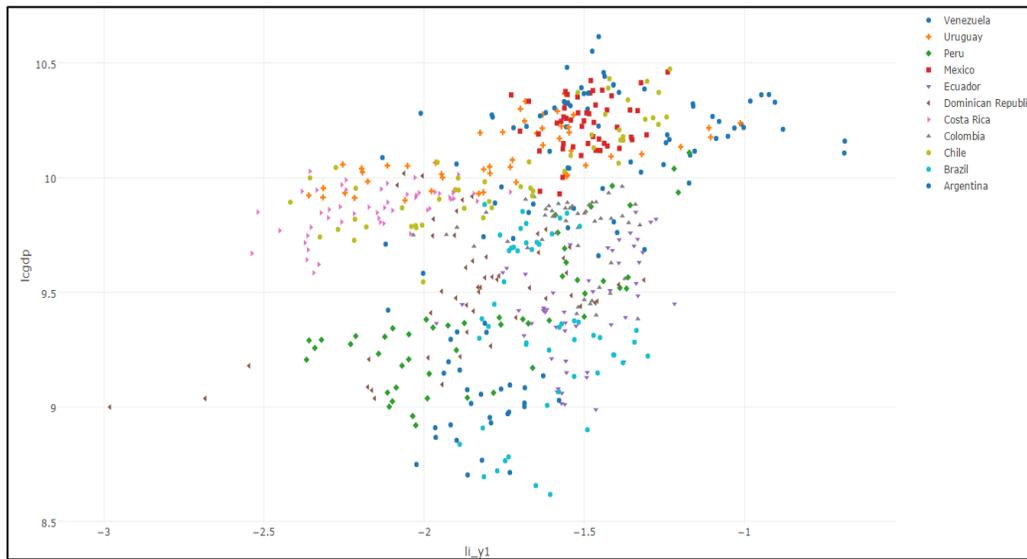
Gráfica 17. Relación Ingreso por trabajador/Inversión pública y privada en América Latina



Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

En esta gráfica se tiene a la inversión pública y privada (li_y) en relación con el ingreso por trabajador (l_cgdp). Se presenta una tendencia positiva entre estas dos variables, entre mayor sea la aportación de capital por parte del gobierno como de las empresas privadas a la economía, se tendría un mayor ingreso por trabajador. Cabe señalar que para que las economías crezcan aún más, es necesario que tanto el gobierno como las empresas privadas trabajen en equipo y no de forma individual.

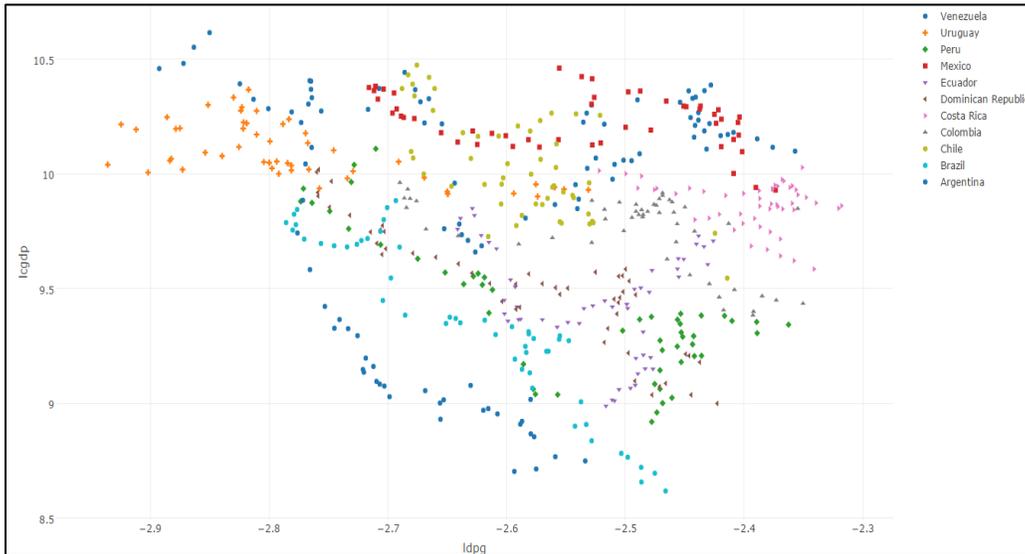
Gráfica 18. Relación Ingreso por trabajador/Inversión privada en América Latina



Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

La gráfica anterior del ingreso por trabajador junto con la inversión privada nos muestra que, cuando un país tiene inversión de parte de las empresas privadas se tiene un efecto positivo en la economía, lo cual se reafirma con la pendiente que presenta este gráfico. En otras palabras, entre mayor sea la inversión privada mayor será el ingreso por trabajador.

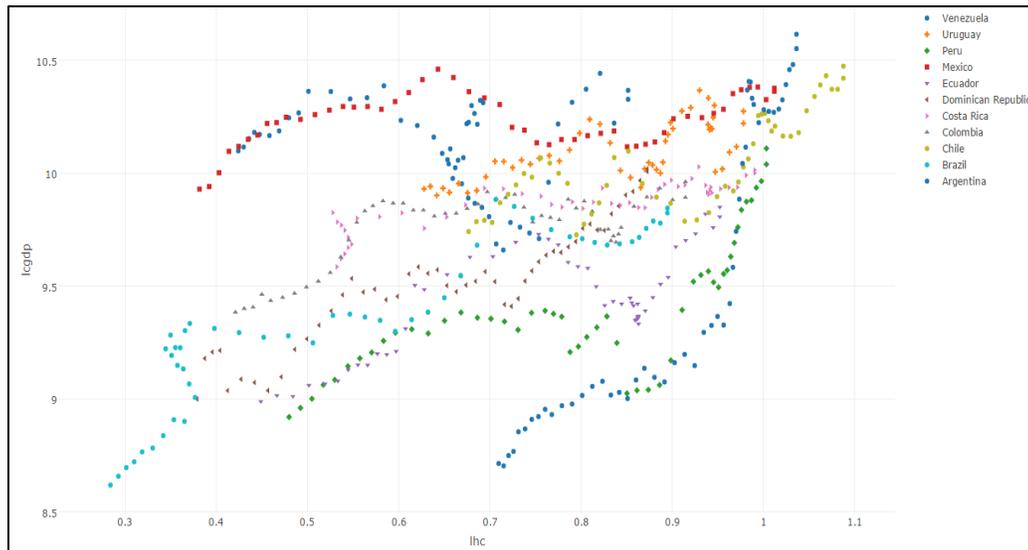
Gráfica 19. Relación Ingreso por trabajador/Tasa de depreciación, tasa de crecimiento poblacional y tasa de crecimiento de la tecnología en América Latina



Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

En la gráfica 19 se encuentra la tasa de depreciación, tasa de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento de la tecnología (d , p , g) para los países seleccionados de Latinoamérica. De acuerdo a la gráfica, la pendiente es negativa, ya que, a mayor depreciación de la tecnología menor será el ingreso por trabajador. Podemos decir que cuando la tecnología se deprecia, el rendimiento del trabajador disminuye, de esta forma el ingreso de éste último también lo hará. Asimismo, una disminución en la tasa de crecimiento poblacional provocaría un incremento en el ingreso por trabajador, ya que al haber menos población el ingreso se reparte en mayor cantidad; de forma similar, a un aumento en la tasa de crecimiento de la tecnología se mejorarían los niveles de producción y así el ingreso por trabajador aumentaría.

Gráfica 20. Relación Ingreso por trabajador/Capital humano en América Latina

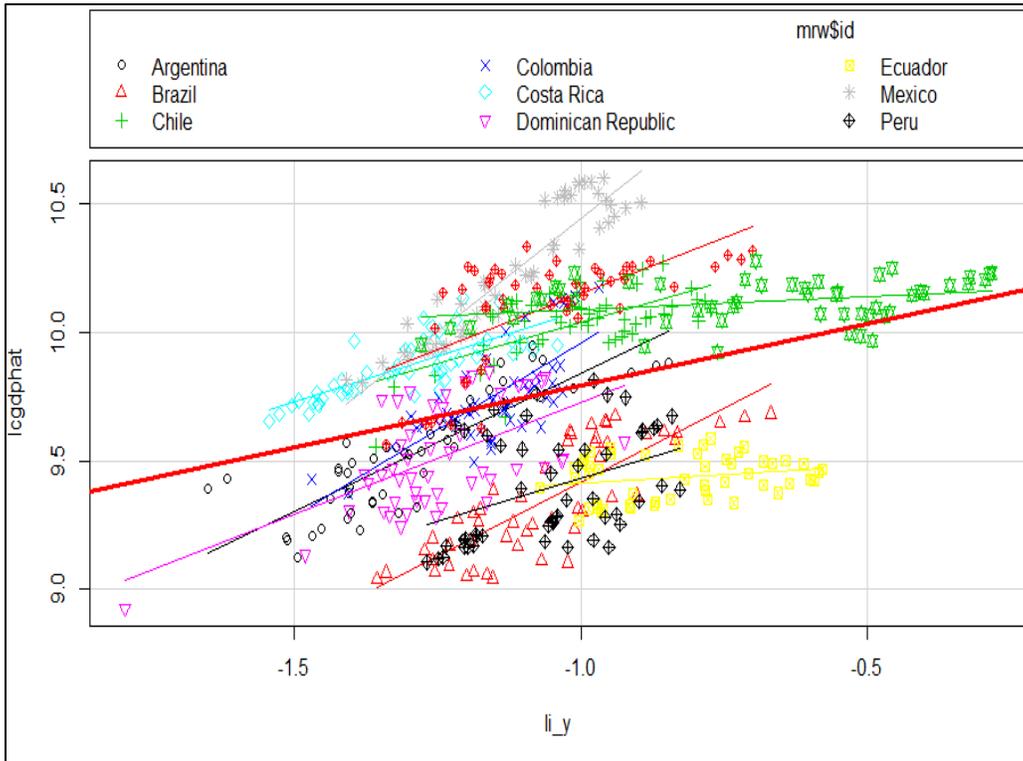


Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

En esta gráfica de dispersión tenemos a los países involucrados en el estudio, así como las variables $lcmdp$ (ingreso por trabajador) y lhc (capital humano). Es de destacar que claramente se ve una tendencia positiva en general, lo cual supondría que a mayor inversión en el capital humano mayor es el ingreso por trabajador de cada país. Uno de los casos más destacable es el de Chile, quienes tiene un mejor comportamiento en el hc , es decir, tienen una preparación más completa, lo que a su vez se traduciría en mayor ingreso para su población.

Gráfica 21

Coeficiente de intersección para el capital físico

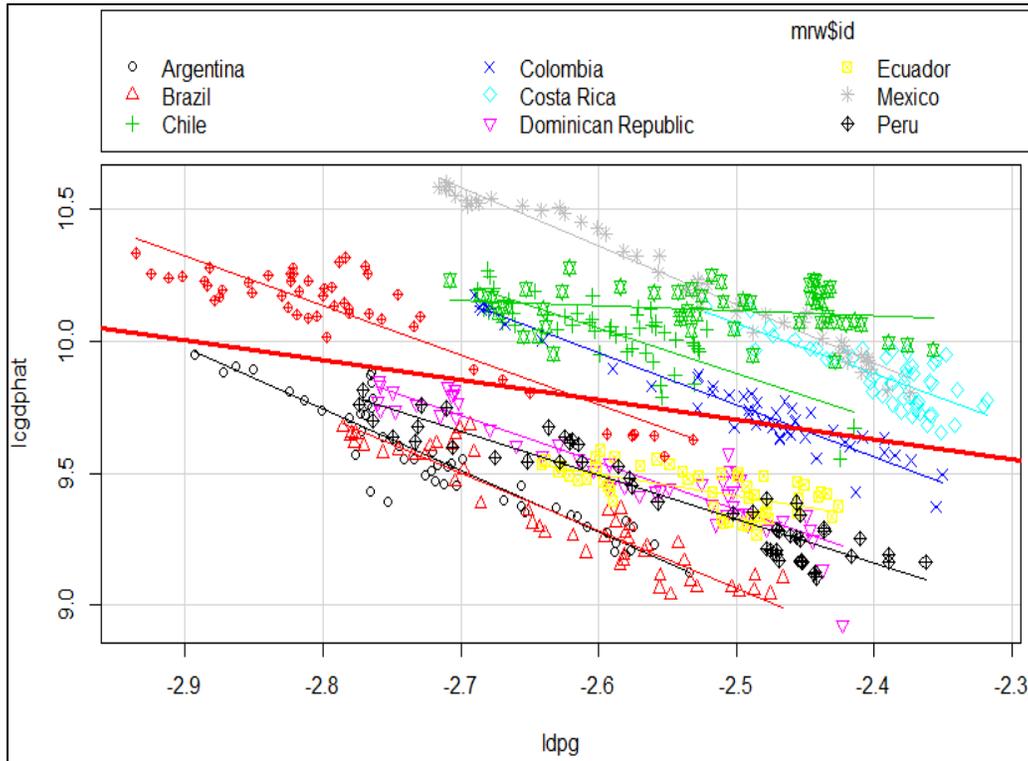


Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

La gráfica del coeficiente de intersección para li_y nos señala que el ingreso por trabajador estará dado según el nivel de capital físico que cada país tenga. Por ejemplo, la línea gris que representa a México tiene una pendiente positiva y su nivel de capital físico no es el mayor de los países involucrados, sin embargo presenta un ingreso por trabajador considerable a diferencia de Brasil que tiene un mayor capital físico pero su nivel de ingreso por trabajador es menor.

Gráfica 22

Coeficiente de intersección para el crecimiento poblacional



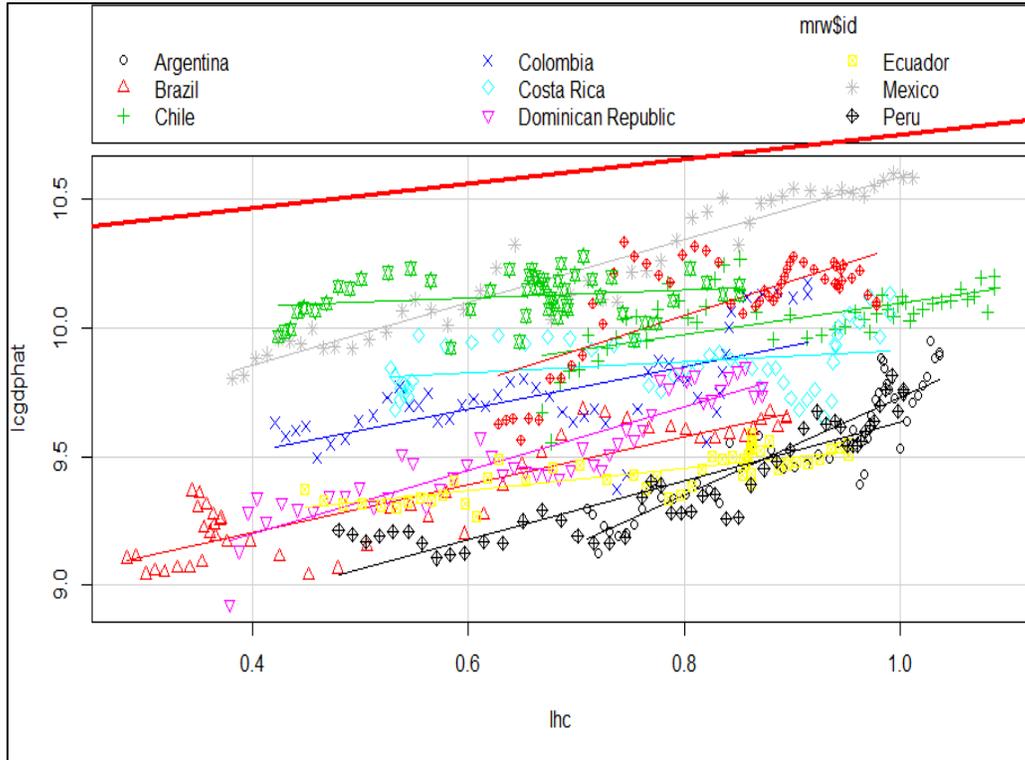
Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

El coeficiente de intersección para el crecimiento poblacional, como se puede apreciar, tiene una pendiente negativa pronunciada, lo cual nos quiere decir que entre más crezca la población de un país, menor será el ingreso por trabajador del mismo. Uno de los casos es el de Argentina, en donde en un principio tenía un $lcpghat$ considerable pero conforme transcurrió el tiempo, su población empezó a crecer con lo cual su ingreso por trabajador se vio mermado.

Por el contrario, el ingreso por trabajador de Chile no disminuyó tanto, ya que mantuvo controlado el crecimiento de su población.

Gráfica 23

Coefficiente de intersección para el capital humano



Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y R Project.

En el gráfico del coeficiente para el capital humano, la pendiente de los países involucrados en el estudio es positiva, es decir que el ingreso por trabajador sería mayor en tanto el capital humano crezca.

Un ejemplo claro es el de Chile, donde su población, cuenta con más años de preparación en Latinoamérica y ello se traduce en percibir un mayor ingreso. Por otro lado, el país en donde existe un menor ingreso por trabajador es República Dominicana, su nivel de capital humano no es tan alto.

Mínimos Cuadrados Ordinarios (M.C.O.)

Cuadro 6. Modelo de regresión de datos agrupados sin capital humano (hc)

	lcgdp	li_y	ldpg	_cons	sigma_u	sigma_e	rho
Coef.		.5902199	-1.618129	6.225502	.35879562	.22059631	
Std. Err.		.0599957	.1023312	.2980764			
z		9.84	-15.81	20.89			
P> z		0.000	0.000	0.000			
[95% Conf. Interval]		.4726304 .7078094	-1.818695 -1.417564	5.641283 6.809721			
							.72568463 (fraction of variance due to u_i)

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

En este modelo agrupado se considera que todos los países dentro del estudio tienen la misma pendiente, es decir, el mismo comportamiento, además no se incluye al capital humano dentro de éste. Podemos ver que *li_y*, *ldpg* y la constante son estadísticamente significativas, además de que tienen los signos esperados. Por otro lado el poder explicativo de este modelo es de 0.1188 (11.88%).

Cuadro 7. Modelo de regresión lineal con capital humano (hc)

. reg lcgdp li_y ldpq hc					
Source	SS	df	MS	Number of obs = 561	
Model	24.4673273	3	8.15577575	F(3, 557) =	60.00
Residual	75.7181201	557	.135939174	Prob > F =	0.0000
Total	100.185447	560	.178902585	R-squared =	0.2442
				Adj R-squared =	0.2401
				Root MSE =	.3687
lcgdp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
li_y	.4627642	.0657116	7.04	0.000	.3336915 .591837
ldpg	.000186	.1399032	0.00	0.999	-.2746163 .2749883
hc	.4604039	.0497211	9.26	0.000	.3627402 .5580676
_cons	9.268014	.3211945	28.85	0.000	8.637113 9.898914

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

En este modelo a comparación del anterior, se incluyó el capital humano (hc) de igual forma se supone que todos los países tienen la misma pendiente. Este modelo resultó tener valores no deseados, ya que ldpq es estadísticamente no significativo además de no tener el signo esperado. De la misma forma la R^2 del modelo solamente es del 24.42%.

Cuadro 8. Modelo de regresión de datos agrupados con capital humano (hc)

. xtreg lcgdp li_y ldpq hc					
Random-effects GLS regression			Number of obs = 561		
Group variable: id			Number of groups = 11		
R-sq: within =	0.4659		Obs per group: min =	51	
between =	0.0448		avg =	51.0	
overall =	0.2189		max =	51	
corr(u_i, X) =	0 (assumed)		Wald chi2(3) =	479.14	
			Prob > chi2 =	0.0000	
lcgdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
li_y	.4909697	.0586918	8.37	0.000	.3759359 .6060036
ldpg	-.6802339	.1586066	-4.29	0.000	-.9910972 -.3693707
hc	.3527753	.0469408	7.52	0.000	.260773 .4447775
_cons	7.777278	.3542827	21.95	0.000	7.082896 8.471659
sigma_u	.37195803				
sigma_e	.21060857				
rho	.75723127	(fraction of variance due to u_i)			

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

En este nuevo modelo el programa nos da por default la regresión de datos de panel considerando los efectos aleatorios, a saber, se supone que todos los países se comportan de forma distinta entre ellos. Este nuevo modelo nos arroja datos significativos, por ejemplo, todas las variables tienen el signo esperado, son estadísticamente significativas y la R^2 es de 21.89%.

Cuadro 9. Modelo de regresión de datos agrupados con capital humano (hc) e inversión privada (i_y1)

lcgdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
i_y1	1.588755	.189976	8.36	0.000	1.216409 1.961102
ldpg	-.568973	.1575755	-3.61	0.000	-.8778153 -.2601306
hc	.3799798	.0463202	8.20	0.000	.289194 .4707657
_cons	7.169934	.3517885	20.38	0.000	6.480441 7.859427
sigma_u	.34984408				
sigma_e	.21070891				
rho	.73380612	(fraction of variance due to u_i)			

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

En esta regresión se calibró el mejor modelo que se obtuvo y se cambió la variable li_y (inversión pública y privada) por una nueva variable i_y1 (inversión privada) para poder apreciar de mejor manera el efecto que tiene esta variable independiente sobre el modelo. Se halló que, de nueva cuenta todas las variables son estadísticamente significativas, el coeficiente de determinación no varía mucho ya que ahora es de 24.71% y además los signos de los coeficientes son los deseados. Se puede apreciar que la inversión privada tiene un gran impacto sobre el ingreso por trabajador (1.588755).

Por otro lado y respecto al uso de logaritmos, algunas de las ventajas de su uso en las variables del modelo son:

- Reduce el rango de las variables
- Gráficamente los valores se aprecian de mejor manera
- Limita el riesgo de la aparición de heterocedasticidad

Cuadro 10. Modelo de regresión de datos agrupados con capital humano (hc) e inversión pública (i_y2)

<code>. xtreg lcgdp i_y2 ldpg hc</code>						
Random-effects GLS regression			Number of obs		=	561
Group variable: id			Number of groups		=	11
R-sq: within = 0.4037			Obs per group: min		=	51
between = 0.0179			avg		=	51.0
overall = 0.1675			max		=	51
corr(u_i, X) = 0 (assumed)			Wald chi2(3)		=	371.53
			Prob > chi2		=	0.0000
lcgdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
i_y2	.4500147	.200342	2.25	0.025	.0573517	.8426777
ldpg	-.5977386	.1694159	-3.53	0.000	-.9297876	-.2656895
hc	.4269011	.0487314	8.76	0.000	.3313894	.5224129
_cons	7.233018	.3841968	18.83	0.000	6.480006	7.98603
sigma_u	.38174106					
sigma_e	.22253458					
rho	.74636528 (fraction of variance due to u_i)					

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

Para esta regresión de nuevo se tomó como base el mejor modelo que se encontró pero a diferencia de la regresión pasada, ahora cambiamos la variable *li_y* (inversión pública y privada) por *i_y2* (inversión pública) para saber que tanto repercute en el ingreso por trabajador.

Vemos que los signos de las variables explicativas son los deseados, todas las variables independientes son mayores a dos en valores absolutos pero por un lado la R^2 disminuyó a 16.75% y por el otro el coeficiente de la inversión pública es de

0.4500147, es decir, es menor el impacto que tiene la inversión pública en la variable a explicar respecto a la variable i_y1 .

Cabe resaltar que la inversión física en su conjunto influye en gran medida en el ingreso por trabajador y si la desglosamos en inversión privada e inversión pública, la que tiene un mayor peso en el ingreso por trabajador es la inversión privada (1.588755) y en menor medida la inversión pública (0.4500147).

Pero dado que ambas variables son estadísticamente significativas y tienen relevancia en el modelo, tanto la inversión privada como la inversión pública se tomarán como una sola variable, es decir, li_y .

Cuadro 11. Modelo de efectos fijos (F.E.) con capital humano (hc)

. xtreg lcgdp li_y ldpg hc, fe						
Fixed-effects (within) regression			Number of obs	=	561	
Group variable: id			Number of groups	=	11	
R-sq: within	=	0.4659	Obs per group: min	=	51	
between	=	0.0439	avg	=	51.0	
overall	=	0.2177	max	=	51	
corr(u_i, Xb) = -0.1227			F(3, 547)	=	159.07	
			Prob > F	=	0.0000	
lcgdp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
li_y	.4920647	.0591066	8.33	0.000	.375961	.6081683
ldpg	-.6973613	.1604706	-4.35	0.000	-1.012575	-.3821472
hc	.349012	.0474032	7.36	0.000	.2558975	.4421265
_cons	7.742426	.3396805	22.79	0.000	7.075188	8.409664
sigma_u	.32821124					
sigma_e	.21060857					
rho	.70833522 (fraction of variance due to u_i)					
F test that all u_i=0:			F(10, 547)	=	116.01	Prob > F = 0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

El modelo presentado considera un modelo de datos de panel con efectos fijos (Fixed effects), los cuales suponen que todos los países tienen el mismo intercepto, es decir, que las diferencias entre los países son constantes.

Es de destacar que dicho modelo presenta estadísticas prometedoras, ya que, la R^2 es de 21.77%, las variables independientes son estadísticamente significativas y los coeficientes de dichas variables son los esperados.

Cuadro 12. Modelo de efectos aleatorios (R.E.) con capital humano (hc)

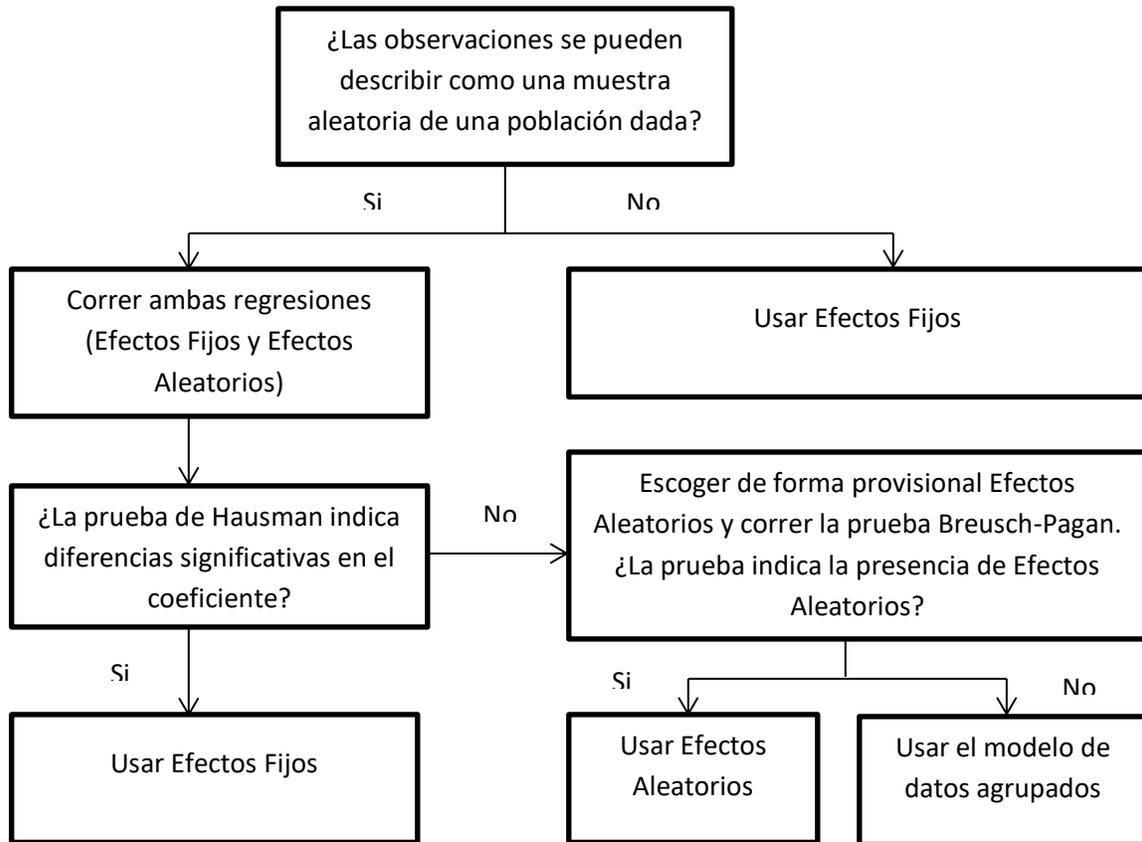
lcgdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
li_y	.4909697	.0586918	8.37	0.000	.3759359 .6060036
ldpg	-.6802339	.1586066	-4.29	0.000	-.9910972 -.3693707
hc	.3527753	.0469408	7.52	0.000	.260773 .4447775
_cons	7.777278	.3542827	21.95	0.000	7.082896 8.471659
sigma_u	.37195803				
sigma_e	.21060857				
rho	.75723127	(fraction of variance due to u_i)			

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

A diferencia del anterior, este es un modelo datos de panel con efectos aleatorios (Random effects), el cual considera que todos los países tienen un intercepto distinto, a saber, que cada país tiene un comportamiento distinto. Es así que, este modelo en donde la variable lcgdp es explicada por li_y, ldpg y hc, tiene los coeficientes deseados (positivo, negativo, positivo), de la misma forma se tienen variables estadísticamente significativas y una R^2 de 21.89%.

En 2006 Dougherty propone un diagrama de flujo para seleccionar el modelo de datos de panel más adecuado:

Diagrama 2. Selección del modelo de datos de panel



Fuente: Dougherty (2006, p.421)

Cuadro 13. Test de igualdad para el modelo de efectos aleatorios (R.E.)

```

    . test li_y+hc=-ldpg

    ( 1)  li_y + ldpg + hc = 0

           chi2( 1) =    0.68
           Prob > chi2 =    0.4086
  
```

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

Se prueba que existe una compensación de variables, esto es, que los coeficientes del capital físico, el capital humano y de la depreciación, la tecnología y el crecimiento poblacional sumados son cero.

Esto se confirma debido a que la $Prob > \chi^2$ con lo cual la hipótesis nula de que existe una compensación de variables se cumple.

Cuadro 14. Prueba Breusch-Pagan (xttest0)

```
. xttest0

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

lcgdp[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]

Estimated results:

```

	Var	sd = sqrt(Var)
lcgdp	.1789026	.4229688
e	.044356	.2106086
u	.1383528	.371958

```

Test:  Var(u) = 0
          chibar2(01) = 6107.02
          Prob > chibar2 = 0.0000

```

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

Para poder saber si el modelo de datos agrupados es preferible al modelo de datos de panel considerando los efectos aleatorios es necesario realizar la prueba Breusch-Pagan y para ello se utiliza el comando xttest0 en Stata.

La hipótesis nula es que $\sigma_u^2 = 0$, si se rechaza esta hipótesis eso significaría que es preferible utilizar el modelo de efectos aleatorios. De acuerdo a los resultados que nos arrojó la prueba, el P-value nos indica que podemos rechazar la hipótesis nula, por ende, se prefieren efectos aleatorios a un modelo agrupado.

Cuadro 15. Efectos fijos vs Efectos aleatorios (F.E. VS R.E)

. hausman FIXED RANDOM				
	— Coefficients —			
	(b) FIXED	(B) RANDOM	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
li_y	.4920647	.4909697	.0010949	.0069898
ldpg	-.6973613	-.6802339	-.0171274	.0243878
hc	.349012	.3527753	-.0037633	.0066048

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$\chi^2(3) = (b-B)' [(V_b-V_B)^{-1}] (b-B)$
 = 0.54
 Prob>chi2 = 0.9109

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

Como en la prueba anterior comparamos un modelo agrupado vs un modelo de efectos aleatorios y resultó significativo este último, ahora el paso siguiente es comparar efectos aleatorios vs efectos fijos para así determinar qué modelo es el más recomendable para trabajar. Para ello, es necesario introducir el comando: Hausman FIXED RANDOM.

La hipótesis nula para esta prueba es que los estimadores tanto de efectos fijos como de efectos aleatorios no difieren y entonces por defecto, la hipótesis alternativa nos dice que estos estimadores si difieren, por lo tanto se preferirán efectos fijos.

El criterio es que si la Prob>chi² es mayor a 0.05 se rechaza Ho, lo cual nos diría que es preferible el modelo de efectos aleatorios. Si por el contrario Prob<chi² es menor a 0.05 se deben utilizar efectos fijos. De acuerdo a los resultados de la prueba como Prob>chi² es mayor a 0.05 (0.9109) esto nos indica que el mejor modelo para este caso es el de efectos aleatorios, así como también lo fue en la prueba anterior (agrupado vs efectos aleatorios), por lo tanto el mejor modelo

obtenido es el de efectos aleatorios por lo que se le aplicarán las pruebas de corrección.

Cuadro 16. Autocorrelación (xtserial)

```
. xtserial lcgdp li_y ldpq hc

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
      F( 1,      10) =    281.325
      Prob > F =      0.0000
```

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

Uno de los problemas que presentan los modelos de datos de panel es la correlación serial o autocorrelación, en otras palabras, es cuando los errores no son independientes a lo largo del tiempo. Para saber si el modelo presenta problemas de autocorrelación es necesario escribir el comando “xtserial” en Stata.

Los resultados de la prueba nos indican que como Prob>F existen problemas de autocorrelación.

Cuadro 17. Heterocedasticidad (xttest3)

```
. xttest3

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0:  $\sigma(i)^2 = \sigma^2$  for all i

chi2 (11) =    1052.72
Prob>chi2 =      0.0000
```

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

Para saber si el modelo tiene problemas de heterocedasticidad, esto es, que la varianza de los errores de cada unidad transversal no es constante ($\sigma_i^2 = \sigma^2$), lo que se debe hacer es escribir “xttest3” en la línea de comandos de Stata.

Dados los resultados como Prob>chi² entonces significa que sí existen problemas de heterocedasticidad.

Cuadro 18. Correlación contemporánea (xttest2)

```
. xttest2
Correlation matrix of residuals:
      __e1    __e2    __e3    __e4    __e5    __e6    __e7    __e8    __e9    __e10   __e11
__e1  1.0000
__e2  0.4427  1.0000
__e3  0.3903 -0.2589  1.0000
__e4 -0.5396  0.2917 -0.7681  1.0000
__e5 -0.4102 -0.2726  0.0410  0.2025  1.0000
__e6  0.3133  0.4395  0.0253 -0.0792 -0.5898  1.0000
__e7 -0.0400  0.3924  0.0136  0.0898 -0.4525  0.5604  1.0000
__e8 -0.9197 -0.4245 -0.1535  0.3734  0.3869 -0.2622  0.2335  1.0000
__e9  0.1390 -0.0641  0.5695 -0.4525 -0.2036  0.3445  0.5316  0.1847  1.0000
__e10 -0.1895 -0.6866  0.4084 -0.3784  0.5401 -0.4113 -0.4292  0.2461  0.1600  1.0000
__e11 -0.4704 -0.4051  0.1857 -0.0614 -0.2157  0.0820  0.5041  0.6204  0.4187  0.0068  1.0000

Breusch-Pagan LM test of independence: chi2(55) = 424.664, Pr = 0.0000
Based on 51 complete observations over panel units
```

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

El problema de la correlación contemporánea se refiere a la correlación que tienen los errores de al menos dos o más variables (en nuestro caso países) en un mismo período de tiempo. Es así que, la Ho: los errores entre los países son independientes y H1= los errores entre los países no son independientes entre sí. Para poder reconocer si en el modelo existe correlación contemporánea se debe insertar el comando “xttest2” en la línea de captura de Stata.

Como Pr<chi² se acepta la hipótesis alternativa y por ende existe correlación contemporánea.

3.4.1 Corrección de los problemas de heterocedasticidad, correlación serial y contemporánea

Para poder dar solución a los problemas de heterocedasticidad, correlación serial y correlación contemporánea, se tomó como punto de partida el cuadro proporcionado por Javier Aparicio y Javier Márquez en Octubre de 2005, en donde nos muestran los comandos a seguir para corregir los problemas que haya presentado el modelo.

Cuadro 19. Corrección del modelo

	Heterocedasticidad	Correlación contemporánea	Autocorrelación
Heterocedasticidad	<code>xtgls</code> (VAR DEP) (VAR IND), p(h)	<code>xtgls</code> (VAR DEP) (VAR IND), p(c)	<code>xtgls</code> (VAR DEP) (VAR IND), p(h) c(ar1)
	<code>xtpcse</code> (VAR DEP) (VAR IND), het	<code>xtpcse</code> (VAR DEP) (VAR IND)	<code>xtpcse</code> (VAR DEP) (VAR IND), het c(ar1)
Correlación contemporánea	<code>xtgls</code> (VAR DEP) (VAR IND), p(c)	-	-
	<code>xtpcse</code> (VAR DEP) (VAR IND)		
Autocorrelación	<code>xtgls</code> (VAR DEP) (VAR IND), p(h) c(ar1)	-	<code>xtregar</code> (VAR DEP) (VAR IND), fe ó re
	<code>xtpcse</code> (VAR DEP) (VAR IND), het c(ar1)		
Heterocedasticidad, Correlación contemporánea y Autocorrelación:		<code>xtgls</code> (VAR DEP) (VAR IND), p(c) c(ar1)	
		<code>xtpcse</code> (VAR DEP) (VAR IND), c(ar1)	

Fuente: Aparicio, Javier y Márquez Javier; (2005). Diagnóstico y especificación de modelos panel en Stata 8.0.

Cuadro 20. Corrección con el comando `xtgls (VAR DEP) (VAR IND), p(c) c (ar1)`

```
. xtgls lcgdp li_y ldpg hc, p(c) c(ar1)

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares
Panels:      heteroskedastic with cross-sectional correlation
Correlation: common AR(1) coefficient for all panels (0.9617)

Estimated covariances      =          66      Number of obs      =          561
Estimated autocorrelations =           1      Number of groups   =           11
Estimated coefficients     =           4      Time periods      =           51
                               Wald chi2(3)      =          90.46
                               Prob > chi2      =           0.0000
```

	lcgdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
	li_y	.0822504	.0246544	3.34	0.001	.0339286 .1305722
	ldpg	-.3102428	.0892491	-3.48	0.001	-.4851677 -.1353178
	hc	.4549312	.0684795	6.64	0.000	.3207138 .5891486
	_cons	8.147254	.2671739	30.49	0.000	7.623603 8.670905

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

Al respecto del uso de los comandos xtpcse y xtgls, Beck y Katz (citado por Aparicio Javier y Márquez Javier, 2005, p. 8) demostraron que los errores estándar de PCSE son más precisos que los de FGLS. Desde entonces, muchos trabajos en la disciplina han utilizado PCSE en sus estimaciones para panel, de esta manera para este estudio en particular se tomarán en cuenta los resultados del modelo de efectos aleatorios corregido con el comando xtpcse.

Tabla 1. Resumen estadístico

	Modelo 1 Datos agrupados sin hc	Modelo 2 Datos agrupados con hc	Modelo 3 Efectos Fijos	Modelo 4 Efectos Aleatorios	Modelo 5 Efectos Aleatorios corregido con PCSE
Var. Dep.	lcmdp	lcmdp	lcmdp	lcmdp	lcmdp
Var. Indep.					
Li_y	0.5902	0.4909	0.4920	0.4909	0.0969
Error Estándar	0.0599	0.0586	0.0591	0.0586	0.0369
Ldpg	-1.6181	-0.6802	-0.6973	-0.6802	-0.2922
Error Estándar	0.1023	0.1586	0.1604	0.1586	0.1219
Hc		0.3527	0.349	0.3527	0.5665
Error Estándar		0.0469	0.0474	0.0469	0.0974
Constante	6.2255	7.7772	7.7424	7.7772	7.8988
Error Estándar	0.2980	0.3542	0.3396	0.3542	0.3672
Observaciones	561	561	561	561	561
R-Cuadrada	0.1188	0.2189	0.2177	0.2189	0.9616

Fuente: Elaboración propia.

Es así que, el modelo final queda planteado de la siguiente forma:

$$Y = \widehat{B}_0 + \widehat{B}_1 X_{1it} - \widehat{B}_2 X_{2it} + \widehat{B}_3 X_{3it} + u_{it}$$

$$lcmdp = 7.89 + 0.09(Li_y) - 0.29(Ldpg) + 0.56(Hc) + u_{it}$$

Cuadro 22. Test de igualdad para el modelo de efectos aleatorios ya corregido (xtgls)

```

. xtgls lcgdp li_y ldpg hc, p(c) c(ar1)
Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares
Panels:      heteroskedastic with cross-sectional correlation
Correlation: common AR(1) coefficient for all panels (0.9617)

Estimated covariances      =      66      Number of obs      =      561
Estimated autocorrelations =      1      Number of groups   =      11
Estimated coefficients     =      4      Time periods       =      51
                               Wald chi2(3)      =      90.46
                               Prob > chi2      =      0.0000

```

lcgdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
li_y	.0822504	.0246544	3.34	0.001	.0339286 .1305722
ldpg	-.3102428	.0892491	-3.48	0.001	-.4851677 -.1353178
hc	.4549312	.0684795	6.64	0.000	.3207138 .5891486
_cons	8.147254	.2671739	30.49	0.000	7.623603 8.670905

```

. test li_y+hc=-ldpg

( 1) li_y + ldpg + hc = 0

      chi2( 1) =    3.17
      Prob > chi2 =    0.0749

```

Fuente: Elaboración propia con datos de la PWT 8.1 y Stata.

Por último, se realiza el test de igualdad en el modelo ya corregido en el que se utilizó el comando xtpcse debido a que además de tener buenos coeficientes tiene una R^2 más alta, con lo cual nuestro modelo explica de mejor forma al ingreso por trabajador en Latinoamérica.

Los resultados de la prueba nos indican que la hipótesis nula se cumple, por lo tanto existe una compensación de variables.

Conclusiones

De acuerdo a la revisión teórica, a la hipótesis planteada y a los resultados empíricos, se tiene como resultado que:

La evidencia empírica demuestra la efectividad del modelo planteado por Mankiw, Romer y Weil para explicar el crecimiento económico en la región Latinoamericana.

De acuerdo a la evidencia empírica, el ingreso por trabajador se ha incrementado de manera significativa, por ejemplo como vimos en las gráficas el ingreso por trabajador en México se encontraba por encima de países como Chile y Brasil en cuanto a ingreso por trabajador con 20, 937 USD anuales en 1961 pero este panorama fue cambiando conforme transcurrió el tiempo debido a que en 2011 Chile supero a México con un 33, 861 USD contra 32, 260 USD.

En cuanto al crecimiento poblacional, las gráficas muestran una clara tendencia positiva a lo largo del tiempo. Por un lado, Brasil es el país más poblado con 197 millones de personas y por el otro solo existen 17 millones de chilenos. Cabe destacar que en Brasil el ingreso por trabajador es menor que en Chile, ya que este se reparte entre una población mayor. Asimismo, la tecnología favorece al incremento del ingreso en ambos países ya que existe una mejora en los procesos de producción pero conforme pasa el tiempo esta se deprecia hasta llegar al punto donde se vuelve obsoleta creando un efecto negativo.

La gráfica 12 señala que tanto se ha invertido por parte del sector público a la economía y como se observó, Brasil es un país en donde se el sector público juega un rol importante en la economía.

Por su parte, la gráfica de capital humano evidencia que desde 1961 hasta 2011 la población mejor preparada de América Latina es la chilena seguida de los mexicanos.

Por otro lado, la relación de l_{cgdp} con hc y li_y es positiva de acuerdo al diagrama de dispersión y por el contrario la relación de l_{cgdp} con $ldpg$ es negativa. Con esto y con ayuda de las gráficas de coeficiente de intersección podemos saber cuáles son los signos esperados en el modelo, a saber, la relación que se espera del ingreso por trabajador con respecto al capital humano y físico, es positiva. En cambio, la relación que se espera tenga con $ldpg$, es negativa.

Al realizar el primer modelo agrupado no se incluyó la variable hc , esto para comparar contra un segundo modelo en donde sí se incluiría, con la finalidad de conocer el impacto que tiene esta variable en el ingreso por trabajador. Para calibrar el modelo primero se realizó una regresión de datos agrupados sin incluir al capital humano, en otras palabras se retomó el modelo de Solow, posteriormente se agregó al capital humano, ya que de acuerdo a MRW es la variable clave que faltaba se considerara en el modelo de Solow. Con ello los resultados de este nuevo modelo mejoraron con respecto al primero.

En ese primer modelo sin incluir hc se obtienen buenos resultados tanto de los coeficientes como de las t y la R^2 tan solo explica en un 11.88% al ingreso por trabajador.

En el modelo Mankiw, Romer y Weil donde sí se agregó la variable hc los resultados mejoran. Los signos de los coeficientes son los esperados, las t son estadísticamente significativas y la R^2 incremento un 10.01% siendo esta de 21.89%, lo cual nos dice que el capital humano es una variable de gran importancia para explicar el ingreso por trabajador en América Latina.

Otro aspecto a destacar son los dos modelos en donde se separó el capital físico en dos. Por un lado la inversión pública y por el otro la privada. Lo anterior se hizo con el propósito de resaltar la vital importancia que tienen estos dos sectores en la economía y como los resultados indican que estas dos variables de forma individual impactan tanto en el ingreso por trabajador pero en conjunto producen un efecto acumulado sumamente considerable.

Para determinar el modelo óptimo, se realizaron algunas pruebas en las cuales se debía elegir entre agrupado, efectos aleatorios o efectos fijos. De acuerdo a los test se determinó que el modelo óptimo para calibrar el modelo planteado fue el de efectos aleatorios. En este modelo los signos de los coeficientes son los esperados, las variables independientes son estadísticamente significativas y la R^2 es de 0.2177. A este modelo de datos de panel con efectos aleatorios se le realizaron las pruebas correspondientes para saber si presentaba problemas de autocorrelación, correlación contemporánea y heterocedasticidad.

Las pruebas confirmaron la existencia de los problemas antes mencionados, por lo que se hicieron las correcciones correspondientes.

Al final, ya con el modelo corregido se obtuvieron resultados bastante prometedores. Los signos de las variables independientes son los esperados, además las t son estadísticamente significativas y el modelo explica en un 96.17% al ingreso por trabajador en América Latina.

Es así que, el modelo de Mankiw, Romer y Weil utilizando la metodología de datos de panel es un modelo que se puede aplicar a la región Latinoamericana por sus buenos resultados. En ese sentido, la región necesita enfocarse en la inversión en capital humano ya que cuanto más se invierta en ella, la población estará mejor preparada, es decir, podrá tener las habilidades necesarias para producir nueva tecnología, habrá más inversión física para que esa tecnología innovadora se desarrolle y por ende habrá un mejor salario por trabajador.

Bibliografía

Agosin, Manuel R.; Ffrench-Davis, Ricardo; (1994). Liberalización comercial y desarrollo en América Latina. Nueva Sociedad 133 () 54-71 Recuperado de http://nuso.org/media/articles/downloads/2362_1.pdf

Aparicio, Javier y Márquez Javier; (2005). Diagnóstico y especificación de modelos panel en Stata 8.0. División de Estudios Políticos, CIDE. Recuperado de investigadores.cide.edu/aparicio/data/ModelosPanelenStata.doc

Beuren, I M; Rodrigues Ribeiro Macêdo, F F; (2013). Relación entre composición del gasto público y crecimiento económico de los países de América Latina. Invenio, 17() 65-87. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87731335007>

Blomstrom, M.; Lipsey, R. E.; Zejan, M.; (1993). Is fixed investment the key to economic growth? (No. w4436). National Bureau of Economic Research. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/files/153/6864266.pdf>

Borgoglio, L., & Odisio, J. (2015). La productividad manufacturera en Argentina, Brasil y Mexico: Una estimacion de la Ley de Kaldor-Verdoorn, 1950-2010. (With English summary.). Investigación Económica, 74(292), 185-211. Recuperado de <http://eds.a.ebscohost.com.pbidi.unam.mx:8080/ehost/results?sid=28373199-a864-4c7e-b116-7afb2b8bfacc%40sessionmgr105&vid=2&hid=127&bquery=%22La%22+productividad+manufacturera+en+Argentina&bdata=JmRiPWVvaCZ0eXBIPTAmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl>

Castaldi, C; Dosi, G; (2009). Cambio tecnológico y crecimiento económico: Algunas lecciones de pautas seculares y algunas conjeturas sobre el impacto actual de las TIC. Economía: Teoría y práctica, 1() 81-129. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281122888004>

Clavijo Cortes, P H; Ros Bosch, J; (2015). La Ley de Thirlwall: una lectura crítica. Investigación Económica, LXXIV() 11-40. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60140784003>

Clements, Benedict; Faircloth, Christopher; Verhoeven, Marijin; (2007). Gasto público en América Latina: tendencias y aspectos clave de política. Revista de la Cepal. Recuperado de <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/0/31950/clements.pdf>

Crespo J., Raúl; (2002). Evaluación empírica de las implicaciones de largo plazo del modelo neoclásico de crecimiento económico en la economía Venezolana. Recuperado de http://www.efm.bris.ac.uk/ecrc/Implicaciones_modelo_Neoclasico.pdf

Di Filippo, A. (2009). Estructuralismo latinoamericano y teoría económica. Revista CEPAL. Recuperado de <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11303/0/98181202.pdf?sequence=1>

Figueroa, Beatriz; (2008). El dato en cuestión: Un análisis de las cifras sociodemográficas. México: El Colegio de México.

Fujii Gambero, G; Cervantes Martínez, M d R; (2010). LIBERALIZACIÓN COMERCIAL Y EMPLEO EN MÉXICO. Revista de Economía Mundial, () 107-133. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86618030005>

Galindo Martín, M Á; (2011). Crecimiento económico. Información Comercial Española, ICE: Revista de economía, (858), 39-55. Recuperado de http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_858_3956_8C514DA83EDE4E6BB9_EA8213B6E44EBE.pdf

Galindo Martín, M Á; (2009). Gobernanza y crecimiento económico. Revista de Economía Mundial, () 180-196. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86612461009>

García, Rigoberto; Cordero, F.; Izquierdo, A.; (1987). Economía y Geografía del Desarrollo en América Latina. México: Fondo de Cultura Económica.

García, M. M.; Ibáñez, F.; (2003). Reinterpretación de la "depreciación por evaporación", "depreciación exponencial" o "desintegración radiactiva" de los bienes de capital fijo dentro de la teoría clásica de los precios. Revista de economía crítica, (2), 145-168. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=833356>

García Molina, M., & Ruiz Tavera, J. K. (2008). Ley de Thirlwall y modelo de brechas: un modelo unificado. Documento de trabajo. Recuperado de [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42351089/LEY_DE_THIRLWALL_Y_MODELO_DE_BRECHAS_UN_20160207-14055-y2ngje.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472774554&Signature=LcVRLyZI%2Fn83oX4SXmnJ9Sb%2B7XU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLey De Thirlwall Y Modelo De Brechas Un.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42351089/LEY_DE_THIRLWALL_Y_MODELO_DE_BRECHAS_UN_20160207-14055-y2ngje.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472774554&Signature=LcVRLyZI%2Fn83oX4SXmnJ9Sb%2B7XU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLey+De+Thirlwall+Y+Modelo+De+Brechas+Un.pdf)

Gerald Destinobles, A.; (2007) Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno. Edición electrónica gratuita. Recuperado de www.eumed.net/libros/2007a/243/

Giménez, Gregorio; (2005). La dotación de capital humano de América Latina y el Caribe. Revista de la Cepal. Recuperado de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/11071-la-dotacion-de-capital-humano-de-america-latina-y-el-caribe>

González, Paloma; (2013). Influencia de las TIC en el crecimiento de la productividad. Un análisis descriptivo. Revista Economía Industrial. Recuperado de <http://www.minetur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/390/PALOMA%20GONZALEZ%20PENDAS.pdf>

Gorriti, M., & Ruiz, J. (2005). La contribución de las TIC al crecimiento económico en España y los retos del sector. *Presupuesto y gasto público*, 39, 243-266. Recuperado de http://www.ief.es/documentos/recursos/publicaciones/revistas/presu_gasto_publico/39_TIC.pdf

Greene, William H.; (1999). *Análisis econométrico*. (3a ed.) Prentice Hall.

Hernández Mota, J L; (2009). La composición del gasto público y el crecimiento económico. *Análisis Económico*, XXIV() 77-102. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41311453005>

Jiménez, F. (2011). *Crecimiento Económico. Enfoques y Modelos*. Libros PUCP/PUCP Books. Recuperado de <https://ideas.repec.org/b/pcp/puclib/lde-2011-01.html>

King, J. E. (2002). *A history of post Keynesian economics since 1936*. Edward Elgar Publishing. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=zbodJ7ZnL4QC&pg=PA224&lpg=PA224&dq=La+historia+de+la+econom%C3%ADa+poskeynesiana+desde+1936&source=bl&ots=ctw4iB0llo&sig=QsI2YtIPy_FlJJeV_rotqgpVehU&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiQmfTe5OfOAhVJ9WMKHRVXDjMQ6AEINjAE#v=onepage&q=La%20historia%20de%20la%20econom%C3%ADa%20poskeynesiana%20desde%201936&f=false

Madrigal Torres, B E; (2009). Capital humano e intelectual: su evaluación. *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, 2() 65-81. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=219016838004>

Mankiw, G., Romer, D., & Weil, D. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. Recuperado de, *The Quarterly Journal of Economics* http://eml.berkeley.edu/~dromer/papers/MRW_QJE1992.pdf

Márquez Aldana, Y. (2010). Crecimiento restringido por balanza de pagos en Brasil (1963-2005). (Balance-of-Payments-Constrained Growth in Brazil [1963-2005]. With English summary.). Cuadernos De Economía (National University Of Colombia), 29(52), 147-182. Recuperado de <http://eds.b.ebscohost.com.pbidi.unam.mx:8080/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=e147a997-0ed4-48c7-a6d2-889fa5b3343c%40sessionmgr120&vid=6&hid=127>

Mattos, C. A. D. (1999). Teorías del crecimiento endógeno: lectura desde los territorios de la periferia. Estudios Avanzados, 13(36), 183-208. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340141999000200010&script=sci_arttext&tIng=eses

Mina, Alejandro; (1982). Lecturas sobre temas demográficos. México: El Colegio de México.

Miró, Carmen; Potter, Joseph; (1984). Población y Desarrollo: Estado del conocimiento y prioridades de investigación. México: El Colegio de México.

Moreno, C. A. C.; (2015). Análisis y estimación de la contribución de los factores capital físico y capital humano, en la tasa de crecimiento económico de Colombia 1981-2005. Revista Mundo Económico y Empresarial, (7). Recuperado de <http://revistas.ut.edu.co/index.php/rmee/article/viewFile/533/436>

Moreno Rivas, Á M; (2008). Las leyes del desarrollo económico endógeno de kaldor: el caso colombiano. Revista de Economía Institucional, 10() 129-147. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41901806>

Neira, Isabel; Guisan, M. Carmen; (2002). Modelos econométricos del capital humano y crecimiento económico: Efecto Inversión y otros efectos indirectos. Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Economía. Recuperado de <http://www.usc.es/economet/aeeadepdf/aeead62.pdf>

Noriega Ureña, F. A. (2001). Crecimiento exógeno y endógeno: bases del debate. Economía: teoría y práctica, (14), 91-112. Recuperado de http://www.izt.uam.mx/economiatyp/numeros/numeros/14/articulos_PDF/14_4_Crecimiento_endogeno_exogeno.pdf

Ochoa C., L; (2003). Reseña de "La historia de la economía poskeynesiana desde 1936" de J. E. King. Revista de Economía Institucional, 5() 251-256. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41900815>

Olarte Sierra, M F; (2013). Introducción. Ciencia, tecnología y América Latina: perspectivas situadas. Universitas Humanística, () 13-22. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=79128762001>

Ortega Rubio, A; García Rodríguez, F; Beltrán Morales, L F; Borges Contreras, J; (2002). Apertura comercial y medio ambiente. Interciencia, 27() 259-263. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33906808>

Perrotini H., I; (2002). La ley de Thirlwall y el crecimiento en la economía global: análisis crítico del debate. Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura, VIII() 117-141. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36480206>

Pinilla Rodríguez, D E; Jiménez Aguilera, J d D; Montero Granados, R; (2013). Gasto público y crecimiento económico. Un estudio empírico para América Latina. Cuadernos de Economía, XXXII() 181-210. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=282126853009>

Pons Novell, J; Viladecans Marsal, E; (1999). Leyes de Kaldor y efectos espaciales: Una aplicación a las provincias españolas. Revista Asturiana de Economía, RAE N°14, 131-148. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?querysDismax.DOCUMENTAL_TODO=leyes+de+kaldor+y+efectos+espaciales

Rodríguez Cabrera, A; Álvarez Vázquez, L; Castañeda Abasca, I; (2007). La pirámide de población. Precisiones para su utilización. Revista Cubana de Salud Pública, 33() Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21433408>

Rodríguez Vargas, José de Jesús; (2005). La nueva fase de desarrollo económico y social del capitalismo mundial. Tesis de Doctorado, Facultad de Economía. Proglocode.unam.mx Recuperado de <http://www.proglocode.unam.mx/system/files/16.AP%C3%89NDICE.%20PRIMER%20CAP%C3%8DTULO.pdf>

Rosende, F; (2000). Teoría de Crecimiento Económico: Un debate inconcluso. . Estudios de Economía, 27() 95-122. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=22127105>

Saez, R. E. (1992). Chile y América Latina: Apertura comercial y acuerdos bilaterales. Recuperado de http://cieplan.cl/media/publicaciones/archivos/18/Capitulo_8.pdf

Sala-i-Martin, X. (2000). Apuntes de crecimiento económico. (2a ed.). España: Antoni Bosch.

San Millán, A., & Rodríguez, X. A. (2002). Liberalización comercial y crecimiento económico en MERCOSUR (1994-2000). (With English summary.). Estudios Económicos De Desarrollo Internacional, 2(1), 51-68. Recuperado de <http://www.usc.es/economet/eedi.htm>

Sosa Pérez, J A; (2014). América Latina vs la transferencia tecnológica y desarrollo. Ciencia y Sociedad, 39() 269-286. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87031376003>

Thurow, Lester C; (1978). Inversión en capital humano. México: Editorial Trillas.

Tinoco Bernal, C.E. y Soler Mantilla, S.M. (2011). Aspectos generales del concepto "capital humano". Universidad Libre Colombia. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/CriterioLibre/images/revistas/14/art8.pdf>

Venegas-Martínez, F; Rivas-Aceves, S; (2010). Cambio tecnológico en México financiado por el gobierno: un modelo de crecimiento endógeno. *Región y Sociedad*, XXII() 91-116. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10215725004>

Verdier-Chouchane, A. (2005). The Hussain-Thirlwall Model: Extensions and Implications for Development Economics. *African Development Review/Revue Africaine De Developpement*, 17(3), 493-512. Recuperado de <http://eds.a.ebscohost.com.pbidi.unam.mx:8080/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=a7fbda64-2a96-48c6-8aef-5664997454d2%40sessionmgr4007&hid=4102>

Anexo estadístico

id	year	lcgdp	li_y	ldpg	hc
Argentina	1961	8.71470408	-1.31830965	-2.57518878	2.03324032
Argentina	1962	8.70396189	-1.40772682	-2.59357886	2.0443008
Argentina	1963	8.74973582	-1.49300377	-2.53385502	2.05542111
Argentina	1964	8.76805718	-1.38416487	-2.55907576	2.06660223
Argentina	1965	8.85510043	-1.46804276	-2.57689776	2.0778439
Argentina	1966	8.86782448	-1.51150131	-2.5797521	2.09310651
Argentina	1967	8.91014666	-1.51412506	-2.58852799	2.10848117
Argentina	1968	8.92238404	-1.451588	-2.58708926	2.1239686
Argentina	1969	8.95466148	-1.40139022	-2.60779233	2.13957
Argentina	1970	8.93130816	-1.40545934	-2.65577812	2.15528584
Argentina	1971	8.97056232	-1.36332639	-2.61968192	2.17937636
Argentina	1972	8.97784732	-1.36421123	-2.6155402	2.20373631
Argentina	1973	9.01592387	-1.43696098	-2.65308117	2.22836828
Argentina	1974	9.05600633	-1.40269703	-2.66861921	2.25327587
Argentina	1975	9.07877469	-1.34627321	-2.63037499	2.2784617
Argentina	1976	9.01777104	-1.28708034	-2.57990484	2.2995131
Argentina	1977	9.02948439	-1.22088355	-2.6986476	2.32075882
Argentina	1978	9.00218062	-1.27405858	-2.65614616	2.34220123
Argentina	1979	9.08444716	-1.27756291	-2.70693391	2.36384153
Argentina	1980	9.13641541	-1.23327899	-2.7203042	2.38568163
Argentina	1981	9.09629102	-1.29918814	-2.70959824	2.41215324
Argentina	1982	9.07584497	-1.40722056	-2.70306899	2.43891859
Argentina	1983	9.16144294	-1.42165622	-2.71225419	2.46598077
Argentina	1984	9.19778916	-1.42268372	-2.7187013	2.49334335
Argentina	1985	9.14811186	-1.36149836	-2.72106022	2.52100945
Argentina	1986	9.29546853	-1.39965651	-2.72561077	2.54616666
Argentina	1987	9.3261747	-1.32128713	-2.73352465	2.56778121
Argentina	1988	9.36593126	-1.34024205	-2.74080301	2.58500528
Argentina	1989	9.32794868	-1.26184632	-2.74512576	2.60234451
Argentina	1990	9.42298239	-1.65070921	-2.75312447	2.61980033
Argentina	1991	9.58359687	-1.61670494	-2.76569747	2.62895274
Argentina	1992	9.74320767	-1.40821907	-2.77621292	2.63813734
Argentina	1993	9.88569952	-1.24672827	-2.77165249	2.64735389
Argentina	1994	10.0437567	-1.13327538	-2.76946085	2.65660262
Argentina	1995	10.1158264	-1.07015653	-2.7642517	2.66588378
Argentina	1996	10.3691596	-0.84723819	-2.76484847	2.67060566
Argentina	1997	10.4069912	-0.86961013	-2.76590097	2.67533565
Argentina	1998	10.4046908	-0.912846	-2.76485188	2.68007422
Argentina	1999	10.3326442	-1.0139756	-2.76409085	2.68482113
Argentina	2000	10.3050989	-1.06226645	-2.76698657	2.68957639
Argentina	2001	10.2246112	-1.13662013	-2.77308898	2.70445228
Argentina	2002	10.2817965	-1.30845356	-2.71676615	2.71941066

Argentina	2003	10.2745304	-1.23989522	-2.7561845	2.73445177
Argentina	2004	10.2704773	-1.18633467	-2.78108988	2.74957609
Argentina	2005	10.2847951	-1.19274019	-2.80071142	2.7647841
Argentina	2006	10.3257312	-1.159143	-2.81321585	2.77547121
Argentina	2007	10.3931793	-1.13485866	-2.82472584	2.78619957
Argentina	2008	10.4596159	-1.08503301	-2.89265555	2.79696965
Argentina	2009	10.4819179	-1.14042705	-2.87219893	2.80778122
Argentina	2010	10.5525886	-1.08419098	-2.86343649	2.81863451
Argentina	2011	10.6162007	-1.06752077	-2.85021064	2.81863451
Brazil	1961	8.61873285	-1.0236651	-2.46621238	1.32828188
Brazil	1962	8.65793646	-1.06834521	-2.48653992	1.33984971
Brazil	1963	8.69628181	-1.15377654	-2.47525095	1.35151815
Brazil	1964	8.72195741	-1.16289502	-2.48677153	1.3632884
Brazil	1965	8.76592174	-1.19923298	-2.49805442	1.37516105
Brazil	1966	8.78287777	-1.18629758	-2.50352245	1.39122999
Brazil	1967	8.83771955	-1.25492841	-2.52851403	1.40748668
Brazil	1968	8.90876355	-1.22962072	-2.53301601	1.42393327
Brazil	1969	8.90120378	-1.01101105	-2.5424978	1.44057214
Brazil	1970	9.00742353	-1.11058243	-2.5374559	1.45740533
Brazil	1971	9.06687817	-1.08371507	-2.57842384	1.44803381
Brazil	1972	9.13368428	-1.05063539	-2.58056385	1.43872249
Brazil	1973	9.14910761	-1.00507607	-2.58710131	1.42947102
Brazil	1974	9.19340722	-0.9461669	-2.59311356	1.42027903
Brazil	1975	9.22234393	-0.90291852	-2.58352219	1.41114616
Brazil	1976	9.28330921	-0.99721032	-2.57727797	1.41865325
Brazil	1977	9.22789354	-1.09388408	-2.56487707	1.42620027
Brazil	1978	9.22751859	-1.12963078	-2.56652585	1.43378747
Brazil	1979	9.30335102	-1.19310526	-2.5813985	1.44141507
Brazil	1980	9.33472413	-1.11764627	-2.59556127	1.44908321
Brazil	1981	9.3129089	-1.22931956	-2.58157076	1.48872972
Brazil	1982	9.2944092	-1.25774654	-2.55525863	1.52946103
Brazil	1983	9.27371685	-1.3560471	-2.54773222	1.57130671
Brazil	1984	9.28005109	-1.33918878	-2.55585251	1.61429727
Brazil	1985	9.2488634	-1.27259771	-2.5842882	1.65846396
Brazil	1986	9.37073956	-1.18763111	-2.64296399	1.6953429
Brazil	1987	9.37625577	-1.17506352	-2.64789881	1.72712886
Brazil	1988	9.36303761	-1.17822793	-2.61852396	1.75599802
Brazil	1989	9.34874881	-1.1043408	-2.65111634	1.78534961
Brazil	1990	9.30027194	-1.25783335	-2.60937339	1.81519187
Brazil	1991	9.3517329	-1.21561284	-2.63905998	1.84809744
Brazil	1992	9.38520941	-1.15236717	-2.68549979	1.88159931
Brazil	1993	9.4489581	-1.06180728	-2.70429434	1.91570866
Brazil	1994	9.54695369	-0.96830591	-2.69749756	1.95043623
Brazil	1995	9.68174473	-0.8361256	-2.69017477	1.98579335
Brazil	1996	9.88412669	-0.66929784	-2.69335411	2.02655673
Brazil	1997	9.85347386	-0.71392896	-2.7006502	2.06815696

Brazil	1998	9.80106004	-0.75703805	-2.70355718	2.1106112
Brazil	1999	9.75059127	-0.83199172	-2.70635708	2.15393663
Brazil	2000	9.71901539	-0.85542314	-2.71721405	2.19815183
Brazil	2001	9.71035964	-0.88726707	-2.72240857	2.22841287
Brazil	2002	9.69383996	-0.95373961	-2.72617115	2.25909042
Brazil	2003	9.68221365	-0.97574086	-2.73443214	2.29019046
Brazil	2004	9.6874454	-0.97415582	-2.7453262	2.32171845
Brazil	2005	9.6972465	-1.02369853	-2.75644317	2.35368061
Brazil	2006	9.71644583	-1.01656021	-2.77053751	2.37199879
Brazil	2007	9.75590689	-0.98092594	-2.78023947	2.3904593
Brazil	2008	9.78851361	-0.94018596	-2.78576625	2.40906358
Brazil	2009	9.77922966	-1.01899137	-2.77752499	2.42781282
Brazil	2010	9.82474868	-0.95834807	-2.77906833	2.44670773
Brazil	2011	9.84556956	-0.95492515	-2.77648239	2.44670773
Chile	1961	9.54633746	-1.13155833	-2.41429139	1.95053029
Chile	1962	9.74204969	-1.35834325	-2.42462183	1.9673866
Chile	1963	9.78604415	-1.32528927	-2.5538137	1.98438847
Chile	1964	9.79189084	-1.25438514	-2.55525919	2.00153732
Chile	1965	9.78246751	-1.17547447	-2.53023313	2.01883435
Chile	1966	9.8695258	-1.06723259	-2.57547538	2.03653097
Chile	1967	9.9072543	-1.15167874	-2.54452149	2.0543828
Chile	1968	9.9487501	-1.11276393	-2.56020859	2.07239103
Chile	1969	9.99930906	-1.10525319	-2.57945564	2.0905571
Chile	1970	9.98308481	-1.03424223	-2.6029553	2.10888243
Chile	1971	10.0679257	-1.09747654	-2.63015666	2.12953091
Chile	1972	10.045161	-1.16975788	-2.5993002	2.15038133
Chile	1973	10.0001062	-1.15763718	-2.66987118	2.17143607
Chile	1974	9.95570412	-0.80751252	-2.60421195	2.19269681
Chile	1975	9.72767323	-0.95529862	-2.61556999	2.21416569
Chile	1976	9.77512347	-0.99873514	-2.59189381	2.23264051
Chile	1977	9.81963763	-1.01819245	-2.58721903	2.25126958
Chile	1978	9.86916904	-0.96750879	-2.60473044	2.27005386
Chile	1979	9.94660635	-0.90193991	-2.64651078	2.28899503
Chile	1980	10.0699097	-0.8919327	-2.67878226	2.30809426
Chile	1981	10.0981524	-0.85615096	-2.68049373	2.34403133
Chile	1982	9.95471653	-1.04244089	-2.61867803	2.38052797
Chile	1983	9.89406452	-1.07377637	-2.565608	2.41759276
Chile	1984	9.86715708	-0.92440959	-2.57002349	2.45523477
Chile	1985	9.78784291	-0.95257677	-2.52711337	2.4934628
Chile	1986	9.79355836	-0.94087823	-2.52801286	2.52683234
Chile	1987	9.82583304	-0.91050935	-2.53114568	2.56043053
Chile	1988	9.89668441	-0.9236154	-2.5436148	2.58345032
Chile	1989	9.94286622	-0.87895986	-2.56152251	2.60667729
Chile	1990	9.92187204	-0.90417931	-2.55227084	2.63011289
Chile	1991	9.9616224	-0.92787492	-2.53059135	2.64454842
Chile	1992	10.0286063	-0.88706947	-2.55859562	2.65906334

Chile	1993	10.0640912	-0.79797464	-2.57147441	2.67365789
Chile	1994	10.1312697	-0.85422998	-2.55810121	2.68833256
Chile	1995	10.2557089	-0.79474158	-2.5214005	2.70308781
Chile	1996	10.2620179	-0.77461829	-2.54161814	2.71301293
Chile	1997	10.2655774	-0.78395598	-2.56226493	2.7229743
Chile	1998	10.2331027	-0.84114525	-2.57177395	2.73297238
Chile	1999	10.1876067	-0.98688515	-2.58025127	2.74300695
Chile	2000	10.2094542	-0.97078353	-2.59060141	2.7530787
Chile	2001	10.1652573	-0.98563267	-2.60678329	2.7770555
Chile	2002	10.1641139	-0.99978313	-2.62418492	2.80124116
Chile	2003	10.1801609	-1.01910493	-2.63689103	2.82563734
Chile	2004	10.2772983	-1.08678947	-2.66207734	2.85024619
Chile	2005	10.3404513	-1.05422539	-2.67765477	2.87506914
Chile	2006	10.391829	-1.12042758	-2.67923637	2.8933301
Chile	2007	10.4323991	-1.11260969	-2.6830475	2.91170692
Chile	2008	10.3726018	-1.00188487	-2.68817214	2.93020034
Chile	2009	10.3725935	-1.15337795	-2.66067475	2.94881129
Chile	2010	10.4213118	-1.00633088	-2.66537288	2.9675405
Chile	2011	10.4747722	-0.96082401	-2.67568799	2.9675405
Colombia	1961	9.38496534	-1.06953488	-2.39267516	1.52334082
Colombia	1962	9.40116709	-1.15575088	-2.39215709	1.53816867
Colombia	1963	9.40704486	-1.19261078	-2.41737719	1.55314088
Colombia	1964	9.46389281	-1.17459956	-2.42102134	1.56825876
Colombia	1965	9.43580419	-1.18635646	-2.35047306	1.58352387
Colombia	1966	9.45009084	-1.15659192	-2.37299733	1.60433197
Colombia	1967	9.46858116	-1.15670375	-2.38488946	1.6254133
Colombia	1968	9.49585162	-1.10359027	-2.40825114	1.64677179
Colombia	1969	9.52174614	-1.12296913	-2.42931361	1.6684109
Colombia	1970	9.55995693	-1.04830265	-2.44573736	1.69033432
Colombia	1971	9.62923586	-1.03197797	-2.4649089	1.70994687
Colombia	1972	9.70405605	-1.13690512	-2.45731761	1.7250762
Colombia	1973	9.78252243	-1.13131368	-2.45643864	1.74033928
Colombia	1974	9.83337038	-1.05960483	-2.45923586	1.75573742
Colombia	1975	9.85581044	-1.21733211	-2.44993064	1.77127183
Colombia	1976	9.87785246	-1.23134346	-2.46064397	1.7910049
Colombia	1977	9.86789031	-1.18536866	-2.47602662	1.81095779
Colombia	1978	9.86775842	-1.18461015	-2.49102782	1.83113301
Colombia	1979	9.83673225	-1.20174938	-2.48129325	1.85153294
Colombia	1980	9.83684395	-1.15337696	-2.49113292	1.87216008
Colombia	1981	9.81030264	-1.0804312	-2.49450577	1.89475143
Colombia	1982	9.82245519	-1.05006868	-2.48880647	1.91761541
Colombia	1983	9.82296698	-1.09055899	-2.48508088	1.94075537
Colombia	1984	9.84392309	-1.15465704	-2.4864006	1.96417439
Colombia	1985	9.86396664	-1.2237245	-2.47400288	1.98787618
Colombia	1986	9.91765399	-1.27628701	-2.46880245	2.00794911
Colombia	1987	9.88741077	-1.22223485	-2.46288262	2.02822471

Colombia	1988	9.89198656	-1.19502479	-2.47148609	2.0487051
Colombia	1989	9.90656391	-1.28595757	-2.46870486	2.06939244
Colombia	1990	9.84965255	-1.40643504	-2.3549	2.09028864
Colombia	1991	9.78427426	-1.46948064	-2.4130916	2.11069393
Colombia	1992	9.81241331	-1.23375178	-2.48552556	2.1312983
Colombia	1993	9.80409291	-1.07786788	-2.51693178	2.15210414
Colombia	1994	9.79416065	-1.03546663	-2.52715449	2.17311287
Colombia	1995	9.88468459	-1.049796	-2.52826718	2.19432664
Colombia	1996	9.84592001	-1.11714839	-2.51765214	2.21373773
Colombia	1997	9.87680608	-1.09712943	-2.50503561	2.23332048
Colombia	1998	9.83143525	-1.12325128	-2.47147218	2.25307655
Colombia	1999	9.75102969	-1.3291887	-2.44182087	2.27300715
Colombia	2000	9.75219319	-1.29584969	-2.50143097	2.29311419
Colombia	2001	9.70139439	-1.24740922	-2.52838194	2.2995708
Colombia	2002	9.72231037	-1.20085767	-2.56157064	2.30604553
Colombia	2003	9.69457039	-1.16383593	-2.58981813	2.31253862
Colombia	2004	9.73073391	-1.13014596	-2.64082425	2.31904984
Colombia	2005	9.75974207	-1.0979967	-2.6679575	2.32557941
Colombia	2006	9.85368445	-1.04783957	-2.684413	2.35863161
Colombia	2007	9.89467672	-1.03460041	-2.68622756	2.39215326
Colombia	2008	9.93408759	-1.01088085	-2.6833293	2.42615151
Colombia	2009	9.88240615	-1.02995282	-2.67598968	2.46063304
Colombia	2010	9.89296726	-1.01795276	-2.68137276	2.49560452
Colombia	2011	9.9628006	-0.96918343	-2.6899579	2.49560452
Costa Rica	1961	9.58579095	-1.4734944	-2.3411811	1.70258939
Costa Rica	1962	9.62249749	-1.45680056	-2.35807791	1.71069527
Costa Rica	1963	9.64310585	-1.45089316	-2.36950079	1.71721089
Costa Rica	1964	9.67079222	-1.49212182	-2.38065699	1.72375131
Costa Rica	1965	9.68611764	-1.43022963	-2.39419914	1.73031664
Costa Rica	1966	9.71693731	-1.40746789	-2.36963545	1.72390616
Costa Rica	1967	9.74794078	-1.407245	-2.37813552	1.71751952
Costa Rica	1968	9.77030675	-1.46021498	-2.38666834	1.71115649
Costa Rica	1969	9.78466786	-1.41622163	-2.40116327	1.70340157
Costa Rica	1970	9.82599634	-1.37333423	-2.40325257	1.69503403
Costa Rica	1971	9.8010784	-1.25720522	-2.44155093	1.7407409
Costa Rica	1972	9.8076388	-1.29622414	-2.42966239	1.78403115
Costa Rica	1973	9.82455438	-1.24736577	-2.42103471	1.82839799
Costa Rica	1974	9.7563295	-1.16389357	-2.40844233	1.87386811
Costa Rica	1975	9.80665359	-1.17954041	-2.39139262	1.92046917
Costa Rica	1976	9.8601944	-1.12066304	-2.38702371	1.96062851
Costa Rica	1977	9.93423047	-1.10042641	-2.3759564	2.00162768
Costa Rica	1978	9.93137893	-1.11806581	-2.35641774	2.04348397
Costa Rica	1979	9.90961882	-1.08300545	-2.3548751	2.08621573
Costa Rica	1980	9.89831522	-1.04009925	-2.34785266	2.12984109
Costa Rica	1981	9.86188119	-1.24715286	-2.31803714	2.1544106
Costa Rica	1982	9.85057488	-1.28995212	-2.32056165	2.17926383

Costa Rica	1983	9.87385882	-1.2372427	-2.33947494	2.2044034
Costa Rica	1984	9.84424979	-1.24986267	-2.35821751	2.22983313
Costa Rica	1985	9.87242725	-1.24242973	-2.35967045	2.25555611
Costa Rica	1986	9.9348337	-1.21351967	-2.37637722	2.27803588
Costa Rica	1987	9.8663448	-1.18160776	-2.37256857	2.30073929
Costa Rica	1988	9.85795997	-1.22587762	-2.37166584	2.3236692
Costa Rica	1989	9.86982069	-1.25095091	-2.37732658	2.34682775
Costa Rica	1990	9.84835696	-1.29951669	-2.37857	2.37021685
Costa Rica	1991	9.8477271	-1.39759705	-2.36763572	2.38726664
Costa Rica	1992	9.89341715	-1.33635504	-2.38707061	2.40443897
Costa Rica	1993	9.9279742	-1.32600886	-2.38748561	2.42173505
Costa Rica	1994	9.95121342	-1.38297956	-2.37415971	2.43915534
Costa Rica	1995	9.96965768	-1.46661211	-2.3667093	2.45670104
Costa Rica	1996	9.94155498	-1.52574539	-2.36158884	2.47530413
Costa Rica	1997	9.94858057	-1.4584528	-2.35955848	2.49404812
Costa Rica	1998	9.97643719	-1.41669839	-2.36819356	2.51293421
Costa Rica	1999	10.0287011	-1.54366164	-2.3511424	2.53196311
Costa Rica	2000	9.94676066	-1.50393591	-2.37186481	2.55113602
Costa Rica	2001	9.91544294	-1.32019267	-2.40058799	2.55551481
Costa Rica	2002	9.90656344	-1.2477267	-2.41566165	2.559901
Costa Rica	2003	9.92418624	-1.30592122	-2.43416582	2.56288457
Costa Rica	2004	9.93831956	-1.27340668	-2.44606922	2.56584549
Costa Rica	2005	9.91420269	-1.24683201	-2.45761142	2.56880975
Costa Rica	2006	9.93164984	-1.21662694	-2.47578628	2.59306288
Costa Rica	2007	9.93740063	-1.25932158	-2.47371014	2.61754513
Costa Rica	2008	9.93845415	-1.14178876	-2.48967446	2.64225864
Costa Rica	2009	9.99093482	-1.39457206	-2.48652566	2.66720533
Costa Rica	2010	10.0014869	-1.27415416	-2.49978599	2.69238758
Costa Rica	2011	10.0145695	-1.20550036	-2.52214851	2.69238758
Dominican Republic	1961	9.00016631	-1.79493951	-2.42275647	1.46080005
Dominican Republic	1962	9.18013202	-1.4807615	-2.43742392	1.47307396
Dominican Republic	1963	9.20840149	-1.25281873	-2.44641489	1.48545098
Dominican Republic	1964	9.21533792	-1.1644369	-2.44930866	1.49793196
Dominican Republic	1965	9.0376847	-1.31318552	-2.44472857	1.51051784
Dominican Republic	1966	9.08778205	-1.2425775	-2.46612304	1.53292871
Dominican Republic	1967	9.0732964	-1.30324404	-2.47122643	1.55567193
Dominican Republic	1968	9.03773603	-1.33267043	-2.47765473	1.57875276
Dominican Republic	1969	9.09843367	-1.27244347	-2.49196849	1.60217595
Dominican Republic	1970	9.22013808	-1.28574166	-2.49753513	1.62594664
Dominican Republic	1971	9.2664924	-1.28847503	-2.51776479	1.64778423
Dominican Republic	1972	9.32702636	-1.40390824	-2.51471023	1.66991496
Dominican Republic	1973	9.39049601	-1.3244223	-2.5071495	1.692343
Dominican Republic	1974	9.46162391	-1.03166701	-2.50462054	1.71361351
Dominican Republic	1975	9.53396684	-1.06349982	-2.49680148	1.730932
Dominican Republic	1976	9.47383184	-1.34393679	-2.49140357	1.75276732
Dominican Republic	1977	9.48683052	-1.25122858	-2.50200379	1.77487803

Dominican Republic	1978	9.43999223	-1.19021965	-2.50582527	1.79726768
Dominican Republic	1979	9.45502273	-1.11270027	-2.50955396	1.81993973
Dominican Republic	1980	9.55451429	-0.92365885	-2.50565142	1.84289777
Dominican Republic	1981	9.58561449	-1.03240755	-2.49984436	1.86216223
Dominican Republic	1982	9.55698853	-1.15803947	-2.50241269	1.88162816
Dominican Republic	1983	9.57259309	-1.17048901	-2.52524501	1.90129745
Dominican Republic	1984	9.50280774	-1.26577258	-2.54863278	1.92117238
Dominican Republic	1985	9.47576358	-1.29655099	-2.5551421	1.94125509
Dominican Republic	1986	9.50503179	-1.31666714	-2.55888679	1.96185744
Dominican Republic	1987	9.52217623	-1.36999519	-2.57000137	1.98267841
Dominican Republic	1988	9.56473095	-1.34744078	-2.5813233	2.00372028
Dominican Republic	1989	9.52046473	-1.22941567	-2.59229954	2.02498579
Dominican Republic	1990	9.41900578	-1.32839338	-2.58890919	2.0464766
Dominican Republic	1991	9.41093295	-1.37662422	-2.59216861	2.06188226
Dominican Republic	1992	9.44506101	-1.30191922	-2.60390092	2.07740378
Dominican Republic	1993	9.52305495	-1.26269607	-2.61413895	2.09304214
Dominican Republic	1994	9.56806572	-1.21043677	-2.62924054	2.10879827
Dominican Republic	1995	9.60866072	-1.31288551	-2.64069899	2.12467313
Dominican Republic	1996	9.63764279	-1.29718396	-2.65966677	2.14199495
Dominican Republic	1997	9.6550417	-1.24584057	-2.67898543	2.15945792
Dominican Republic	1998	9.6495308	-1.0924727	-2.704949	2.17706347
Dominican Republic	1999	9.67449947	-1.14001548	-2.7017235	2.1948123
Dominican Republic	2000	9.6979615	-1.062344	-2.70935016	2.21270609
Dominican Republic	2001	9.75645097	-1.10897673	-2.70644222	2.23014879
Dominican Republic	2002	9.77556318	-1.06797134	-2.7044513	2.2477293
Dominican Republic	2003	9.74935326	-1.24028156	-2.70302427	2.26544809
Dominican Republic	2004	9.74751852	-1.25774686	-2.71463388	2.28330684
Dominican Republic	2005	9.82047293	-1.23551041	-2.73205343	2.30130625
Dominican Republic	2006	9.85531314	-1.20153998	-2.74917874	2.31937075
Dominican Republic	2007	9.90397595	-1.18959821	-2.75871739	2.33757711
Dominican Republic	2008	9.91949603	-1.16040005	-2.75912741	2.35592651
Dominican Republic	2009	9.96830127	-1.3194656	-2.74757949	2.37441993
Dominican Republic	2010	10.0087297	-1.29749741	-2.75995592	2.39305854
Dominican Republic	2011	10.0195335	-1.346541	-2.7583324	2.39305854
Ecuador	1961	8.98934821	-0.90943582	-2.51640186	1.5664475
Ecuador	1962	9.01577046	-0.9706656	-2.51119314	1.59421945
Ecuador	1963	9.01235786	-0.9871226	-2.5091452	1.62248385
Ecuador	1964	9.06113553	-0.97303781	-2.5054024	1.65124929
Ecuador	1965	9.06684344	-0.96038328	-2.4957987	1.68052483
Ecuador	1966	9.08010682	-0.96518219	-2.49178732	1.70448399
Ecuador	1967	9.12993758	-0.91532968	-2.48953612	1.72393024
Ecuador	1968	9.15174218	-0.87049752	-2.48338127	1.74242318
Ecuador	1969	9.15054996	-0.87216691	-2.47685157	1.76111448
Ecuador	1970	9.20083708	-0.84329259	-2.4787949	1.78000629
Ecuador	1971	9.1975862	-0.78482638	-2.49123831	1.79840732
Ecuador	1972	9.21153076	-0.91273125	-2.48495587	1.81699836

Ecuador	1973	9.31206884	-1.00322284	-2.48513188	1.83578169
Ecuador	1974	9.50409755	-0.74969616	-2.48708921	1.85475922
Ecuador	1975	9.48564635	-0.61175626	-2.47994819	1.87393296
Ecuador	1976	9.55215802	-0.68191197	-2.45508314	1.92153823
Ecuador	1977	9.62922177	-0.58470602	-2.45090401	1.97035289
Ecuador	1978	9.6317066	-0.5789463	-2.45548585	2.02040768
Ecuador	1979	9.69514176	-0.63582204	-2.4402407	2.07173395
Ecuador	1980	9.7305959	-0.59986432	-2.43841101	2.12436438
Ecuador	1981	9.70865654	-0.6555346	-2.42608099	2.14740205
Ecuador	1982	9.68412117	-0.59384913	-2.43389279	2.17068958
Ecuador	1983	9.60640655	-0.73322221	-2.43070381	2.1942296
Ecuador	1984	9.58731729	-0.77817729	-2.45616898	2.21802521
Ecuador	1985	9.58016686	-0.78338492	-2.47766377	2.24207854
Ecuador	1986	9.49903734	-0.70795659	-2.492413	2.26300502
Ecuador	1987	9.4151932	-0.64333057	-2.4980971	2.28412652
Ecuador	1988	9.4326983	-0.66539505	-2.49887761	2.30544543
Ecuador	1989	9.4215861	-0.68240393	-2.51102178	2.32696319
Ecuador	1990	9.44782782	-0.81937178	-2.51743651	2.34868193
Ecuador	1991	9.42649981	-0.73791572	-2.52749131	2.35302568
Ecuador	1992	9.41426062	-0.78376129	-2.5349721	2.35737729
Ecuador	1993	9.34945326	-0.74713599	-2.53885464	2.36173677
Ecuador	1994	9.35371085	-0.72599564	-2.54849723	2.3661046
Ecuador	1995	9.33303384	-0.71477909	-2.55749343	2.37048054
Ecuador	1996	9.36583271	-0.79596531	-2.57000203	2.37003493
Ecuador	1997	9.36791635	-0.78646653	-2.58829117	2.36958933
Ecuador	1998	9.35979055	-0.77386947	-2.59897973	2.36914372
Ecuador	1999	9.36601791	-1.07161994	-2.5899818	2.36869836
Ecuador	2000	9.42174991	-1.01061977	-2.59131032	2.36825323
Ecuador	2001	9.39138412	-0.8882814	-2.60189834	2.38812399
Ecuador	2002	9.45060217	-0.82976479	-2.60205613	2.4081614
Ecuador	2003	9.50862408	-0.98595989	-2.59280189	2.42836714
Ecuador	2004	9.53968483	-0.96909451	-2.59680454	2.44874239
Ecuador	2005	9.67495897	-0.98444995	-2.60860415	2.46928859
Ecuador	2006	9.70302957	-1.01229082	-2.61498027	2.49619746
Ecuador	2007	9.7329277	-0.99704125	-2.62146587	2.52339983
Ecuador	2008	9.82008965	-0.94684973	-2.62717725	2.55089831
Ecuador	2009	9.75989116	-0.98283043	-2.64130911	2.57256675
Ecuador	2010	9.80749407	-0.9493161	-2.63895345	2.59140801
Ecuador	2011	9.85040809	-0.99454747	-2.62893716	2.59140801
Mexico	1961	9.92997134	-1.38134446	-2.37357483	1.464499
Mexico	1962	9.94141051	-1.40855675	-2.39022089	1.48030376
Mexico	1963	10.0021105	-1.34631389	-2.4090016	1.496279
Mexico	1964	10.0977214	-1.30107984	-2.40173128	1.51242673
Mexico	1965	10.1198572	-1.253078	-2.41930844	1.52874863
Mexico	1966	10.1511336	-1.23397485	-2.40900281	1.5447309
Mexico	1967	10.1694477	-1.23956678	-2.40461506	1.5608803

Mexico	1968	10.2207385	-1.18902661	-2.42368364	1.57719851
Mexico	1969	10.2245817	-1.27175664	-2.40531366	1.5936873
Mexico	1970	10.2483418	-1.25885822	-2.40394475	1.61034846
Mexico	1971	10.23946	-1.30875208	-2.41918336	1.63609099
Mexico	1972	10.2604955	-1.26948428	-2.42516595	1.66224515
Mexico	1973	10.2797471	-1.20880747	-2.4217527	1.68881726
Mexico	1974	10.2960887	-1.10998099	-2.43683566	1.71417224
Mexico	1975	10.2929415	-1.07117857	-2.4487481	1.7347858
Mexico	1976	10.296682	-1.14404156	-2.45099418	1.76107395
Mexico	1977	10.2841245	-1.20588288	-2.43742064	1.78776038
Mexico	1978	10.3181645	-1.18177211	-2.46561302	1.81485128
Mexico	1979	10.3576729	-1.14979775	-2.49761064	1.84235263
Mexico	1980	10.4149408	-1.08208276	-2.52813442	1.87027073
Mexico	1981	10.4612322	-1.00301253	-2.55570146	1.90226281
Mexico	1982	10.4241173	-1.1687776	-2.53683341	1.93480206
Mexico	1983	10.3617093	-1.30287165	-2.48751519	1.96789801
Mexico	1984	10.3340611	-1.25032215	-2.52629247	2.00155997
Mexico	1985	10.3047773	-1.16693607	-2.52852005	2.03579783
Mexico	1986	10.2039516	-1.2090458	-2.49991187	2.06351376
Mexico	1987	10.1914001	-1.16732686	-2.47857728	2.09160686
Mexico	1988	10.1354519	-1.08713818	-2.52087002	2.12008262
Mexico	1989	10.1274031	-1.09639729	-2.52792097	2.14894605
Mexico	1990	10.1494739	-1.11391343	-2.55641201	2.17820239
Mexico	1991	10.1495164	-1.04622467	-2.58165049	2.20978618
Mexico	1992	10.1666501	-0.95175125	-2.60079676	2.24182773
Mexico	1993	10.1777934	-0.94128107	-2.61238236	2.27433419
Mexico	1994	10.188258	-0.89533917	-2.62855431	2.30731177
Mexico	1995	10.1171725	-1.04957213	-2.57247279	2.34076762
Mexico	1996	10.1204903	-0.96712252	-2.59476883	2.36466789
Mexico	1997	10.1289495	-0.92174681	-2.62479203	2.3888123
Mexico	1998	10.1397119	-0.94858636	-2.64127478	2.41320324
Mexico	1999	10.1802823	-0.95514402	-2.65521455	2.43784308
Mexico	2000	10.2415648	-0.97025876	-2.67784428	2.4627347
Mexico	2001	10.2528178	-1.01652545	-2.68891328	2.50160599
Mexico	2002	10.2465019	-1.02825872	-2.68675738	2.54109073
Mexico	2003	10.2656075	-1.02928187	-2.69620147	2.57424712
Mexico	2004	10.2842297	-1.04000178	-2.69264322	2.6015327
Mexico	2005	10.3529735	-1.06326533	-2.69498079	2.62910748
Mexico	2006	10.3706113	-1.0270731	-2.70378313	2.65307879
Mexico	2007	10.3812982	-1.00319237	-2.71055993	2.67726874
Mexico	2008	10.383162	-0.96063076	-2.71050693	2.70167923
Mexico	2009	10.3269225	-0.98199664	-2.70844557	2.72631216
Mexico	2010	10.3635641	-0.99257889	-2.71176239	2.75116968
Mexico	2011	10.3767159	-1.00418745	-2.71596511	2.75116968
Peru	1961	8.9202323	-1.18303626	-2.47786948	1.61575866
Peru	1962	8.96097214	-1.20198226	-2.47358082	1.63608122

Peru	1963	9.00169151	-1.23459535	-2.46871541	1.65665937
Peru	1964	9.06324873	-1.20304652	-2.47084771	1.67749643
Peru	1965	9.08503352	-1.18204694	-2.47532523	1.69859552
Peru	1966	9.14519058	-1.17193211	-2.47089837	1.72346735
Peru	1967	9.18036455	-1.203058	-2.45305205	1.74603617
Peru	1968	9.20666626	-1.26758206	-2.44198822	1.76890039
Peru	1969	9.25765344	-1.24825954	-2.44351907	1.79206419
Peru	1970	9.29376974	-1.23976016	-2.44256806	1.81553125
Peru	1971	9.30970955	-1.18650441	-2.45303531	1.84849882
Peru	1972	9.29102875	-1.19625772	-2.4518092	1.88206494
Peru	1973	9.34690442	-1.05583381	-2.45382591	1.91624069
Peru	1974	9.38345676	-0.93836927	-2.43610998	1.95103693
Peru	1975	9.36006996	-0.93123221	-2.41028183	1.9864651
Peru	1976	9.35571366	-0.97856482	-2.38946401	2.0161829
Peru	1977	9.34372506	-0.95092101	-2.36262842	2.04634523
Peru	1978	9.30661238	-1.02313856	-2.38910579	2.0769589
Peru	1979	9.38216182	-1.06191643	-2.4165904	2.10803056
Peru	1980	9.39093707	-0.89829737	-2.45345318	2.13956714
Peru	1981	9.37789178	-0.8595439	-2.47807196	2.15918613
Peru	1982	9.36508432	-0.82655835	-2.45616674	2.17898512
Peru	1983	9.20838683	-0.95718428	-2.43593996	2.19896579
Peru	1984	9.23257852	-1.04256504	-2.46901142	2.21912932
Peru	1985	9.27478192	-1.04026948	-2.47084085	2.23947811
Peru	1986	9.31760205	-1.02557492	-2.50238321	2.26433897
Peru	1987	9.36626577	-0.97861267	-2.48807145	2.28947592
Peru	1988	9.24861486	-1.04904933	-2.45630794	2.31489182
Peru	1989	9.02493849	-1.04986152	-2.46086066	2.34058976
Peru	1990	9.0384518	-1.10383194	-2.55705871	2.36657333
Peru	1991	9.04068611	-1.05182311	-2.57577165	2.39601874
Peru	1992	9.06247123	-1.00528319	-2.57763696	2.42583084
Peru	1993	9.17123256	-0.95572644	-2.58587845	2.45601368
Peru	1994	9.39460154	-0.89424218	-2.61492101	2.48657203
Peru	1995	9.5203503	-0.84103133	-2.6361982	2.51751065
Peru	1996	9.54970778	-0.87222519	-2.61874818	2.53827643
Peru	1997	9.56624388	-0.86629547	-2.62409352	2.55921364
Peru	1998	9.51738639	-0.89297329	-2.62050498	2.57365942
Peru	1999	9.49543177	-0.99309592	-2.61200686	2.58793306
Peru	2000	9.55435331	-1.03952617	-2.62813375	2.60228586
Peru	2001	9.57099385	-1.10184953	-2.65182443	2.61248183
Peru	2002	9.6309334	-1.14024889	-2.67495357	2.62271762
Peru	2003	9.69222647	-1.16292033	-2.7061617	2.6329937
Peru	2004	9.76111299	-1.2025619	-2.73309684	2.64331007
Peru	2005	9.83797677	-1.2180042	-2.7490019	2.65366674
Peru	2006	9.87449466	-1.15186781	-2.76393833	2.66822481
Peru	2007	9.88073771	-1.0773878	-2.77343249	2.682863
Peru	2008	9.93637365	-0.97755555	-2.77114154	2.69758129

Peru	2009	9.96513333	-1.09526736	-2.73090008	2.71238017
Peru	2010	10.0399808	-0.95445316	-2.72849419	2.72726035
Peru	2011	10.110174	-0.92279553	-2.71027802	2.72726035
Uruguay	1961	9.93117989	-1.17421871	-2.5312352	1.87348056
Uruguay	1962	9.94234048	-1.2271329	-2.55963602	1.88657308
Uruguay	1963	9.90200619	-1.26090442	-2.57397967	1.89975715
Uruguay	1964	9.9337706	-1.33884846	-2.55169532	1.91303337
Uruguay	1965	9.91523215	-1.31162273	-2.59414381	1.92640233
Uruguay	1966	9.95509014	-1.2703055	-2.57544163	1.94573426
Uruguay	1967	9.91292862	-1.20248309	-2.64964318	1.96526015
Uruguay	1968	9.92357294	-1.19984431	-2.65007266	1.98498213
Uruguay	1969	9.98440146	-1.17437067	-2.66945835	2.00490189
Uruguay	1970	10.0535502	-1.16592379	-2.69095897	2.02502155
Uruguay	1971	10.0522927	-1.13404648	-2.80451252	2.0447638
Uruguay	1972	10.0250093	-1.25443983	-2.79764214	2.06469846
Uruguay	1973	10.0586842	-1.15813433	-2.88366785	2.08482719
Uruguay	1974	10.0406494	-1.09483483	-2.93600681	2.10515237
Uruguay	1975	10.0665118	-1.04228648	-2.88251082	2.12567568
Uruguay	1976	10.0782813	-0.97506789	-2.83966642	2.14937615
Uruguay	1977	10.0546319	-0.92344605	-2.79366176	2.1733408
Uruguay	1978	10.1037062	-0.83751485	-2.7457399	2.19757247
Uruguay	1979	10.1779372	-0.72075359	-2.76938748	2.22207451
Uruguay	1980	10.2391517	-0.7012257	-2.78342607	2.24684954
Uruguay	1981	10.2177582	-0.74342923	-2.78843493	2.27216148
Uruguay	1982	10.1349857	-0.76636924	-2.76749181	2.29775858
Uruguay	1983	10.0125994	-0.93242268	-2.72939326	2.32364392
Uruguay	1984	9.98105057	-1.00518685	-2.73420567	2.34982085
Uruguay	1985	9.93743302	-1.0257616	-2.75777443	2.37629271
Uruguay	1986	10.0199019	-1.01602433	-2.76665573	2.38655949
Uruguay	1987	10.0476384	-0.99495322	-2.78455294	2.39687085
Uruguay	1988	10.0370368	-1.02274617	-2.78134262	2.40722656
Uruguay	1989	10.0163488	-1.0526859	-2.78134255	2.4176271
Uruguay	1990	10.0009502	-1.03567887	-2.79193515	2.42807245
Uruguay	1991	10.0493229	-0.99249225	-2.79994879	2.43476796
Uruguay	1992	10.1428115	-0.94814572	-2.79938641	2.44148207
Uruguay	1993	10.1723269	-0.92612627	-2.81062022	2.44821453
Uruguay	1994	10.2254763	-0.91064484	-2.82163742	2.45496535
Uruguay	1995	10.1981213	-0.87889799	-2.8219419	2.46173501
Uruguay	1996	10.2762545	-0.92044532	-2.82382693	2.48573542
Uruguay	1997	10.2909319	-0.96598995	-2.82302144	2.50996947
Uruguay	1998	10.367795	-1.00908471	-2.81740054	2.53444004
Uruguay	1999	10.3339513	-1.07669185	-2.83003508	2.55914927
Uruguay	2000	10.3011902	-1.11482315	-2.85151009	2.57619429
Uruguay	2001	10.2477131	-1.13838298	-2.88607501	2.57269073
Uruguay	2002	10.1968948	-1.24004496	-2.87861312	2.56919217
Uruguay	2003	10.1995796	-1.20639047	-2.87514673	2.56569839

Uruguay	2004	10.1942451	-1.18591301	-2.91207936	2.56220913
Uruguay	2005	10.2162556	-1.19667499	-2.92472634	2.55811524
Uruguay	2006	10.0067164	-1.15055954	-2.90199861	2.5785532
Uruguay	2007	10.0193989	-1.16015756	-2.87297019	2.59853506
Uruguay	2008	10.0935756	-1.05534988	-2.85389775	2.61867166
Uruguay	2009	10.1179256	-1.13587691	-2.82545372	2.63896465
Uruguay	2010	10.2212966	-1.16564465	-2.81895639	2.65941453
Uruguay	2011	10.2751218	-1.16599004	-2.81061291	2.65941453
Venezuela	1961	10.0996349	-0.49179486	-2.35717436	1.52817857
Venezuela	1962	10.1165637	-0.51301169	-2.37598881	1.53715527
Venezuela	1963	10.1534261	-0.53174952	-2.38906971	1.54618466
Venezuela	1964	10.1815063	-0.47032545	-2.40906905	1.55526698
Venezuela	1965	10.172232	-0.46185932	-2.41384848	1.56440282
Venezuela	1966	10.1671791	-0.49582163	-2.41983398	1.58122242
Venezuela	1967	10.1879898	-0.48559258	-2.43357155	1.59822297
Venezuela	1968	10.2461823	-0.40732939	-2.44518707	1.61540628
Venezuela	1969	10.2678438	-0.40258871	-2.43857239	1.63277423
Venezuela	1970	10.3634086	-0.32536853	-2.43347468	1.65032899
Venezuela	1971	10.3624518	-0.32185538	-2.44673685	1.69144809
Venezuela	1972	10.3298914	-0.28404585	-2.44347316	1.7275418
Venezuela	1973	10.3352414	-0.35648561	-2.44088584	1.75988591
Venezuela	1974	10.3878388	-0.76229675	-2.42805721	1.79283571
Venezuela	1975	10.2346455	-0.54130267	-2.43856412	1.82640243
Venezuela	1976	10.2119353	-0.42285172	-2.44139458	1.8596921
Venezuela	1977	10.1604887	-0.28747616	-2.44218139	1.89358854
Venezuela	1978	10.108518	-0.29514816	-2.43172196	1.92810285
Venezuela	1979	10.2198555	-0.51153767	-2.42922807	1.96324623
Venezuela	1980	10.3128995	-0.58212679	-2.45401969	1.99903011
Venezuela	1981	10.3233148	-0.55410653	-2.48987547	1.99267054
Venezuela	1982	10.2173515	-0.45783263	-2.51784632	1.98633122
Venezuela	1983	10.2653181	-0.85074986	-2.5326786	1.98001206
Venezuela	1984	10.3004845	-0.73474927	-2.52852607	1.97371292
Venezuela	1985	10.2259288	-0.72843087	-2.53550138	1.96743393
Venezuela	1986	10.0694909	-0.6101504	-2.52495107	1.95605409
Venezuela	1987	10.0581598	-0.55260055	-2.49482619	1.94474018
Venezuela	1988	9.97745019	-0.47944278	-2.51089359	1.93349171
Venezuela	1989	10.0604694	-0.75368039	-2.5016367	1.92230833
Venezuela	1990	10.0884188	-0.88914568	-2.48805773	1.91118968
Venezuela	1991	10.0420769	-0.60317444	-2.50919718	1.92489827
Venezuela	1992	10.0248251	-0.58599495	-2.53217666	1.93870521
Venezuela	1993	9.95366834	-0.63120775	-2.5420914	1.95261133
Venezuela	1994	9.89047802	-0.77166809	-2.5393611	1.96661711
Venezuela	1995	9.86697715	-0.68426802	-2.55941771	1.98072326
Venezuela	1996	9.84913811	-0.79514008	-2.54050047	1.99628389
Venezuela	1997	9.80797382	-0.71355309	-2.58418153	2.01196671
Venezuela	1998	9.68739099	-0.69437681	-2.62109343	2.02777267

Venezuela	1999	9.66028621	-0.86174639	-2.62647154	2.04370284
Venezuela	2000	9.78218884	-1.01046205	-2.6399588	2.05975819
Venezuela	2001	9.7615974	-0.9168919	-2.6526273	2.08137775
Venezuela	2002	9.73557216	-1.11820953	-2.63789844	2.10322428
Venezuela	2003	9.71077213	-1.27857193	-2.63265027	2.12529993
Venezuela	2004	9.96046868	-1.19370895	-2.64381652	2.14760757
Venezuela	2005	10.2186343	-1.22777992	-2.65456115	2.17014909
Venezuela	2006	10.3148169	-1.1267001	-2.6726692	2.20375633
Venezuela	2007	10.3729657	-1.01100421	-2.70752019	2.23788381
Venezuela	2008	10.4429937	-1.04385104	-2.68598153	2.27253985
Venezuela	2009	10.222555	-1.07726678	-2.66923736	2.30773258
Venezuela	2010	10.3281707	-1.06901907	-2.66555552	2.34347034
Venezuela	2011	10.367693	-1.03741755	-2.6770597	2.34347034