

Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Económicas

Licenciatura en Economía

Trabajo de investigación

“La relevancia del capital humano en el
crecimiento económico de los países.
Análisis empírico desde 1960 a 2018”

Por

Rey Macías Federico

Director: Raúl Mercau

Codirector: Andrea Suoni

Mendoza 2020

La relevancia del capital humano en el crecimiento económico de los países. Análisis empírico desde 1960 a 2018

Marzo 2020

Resumen

El crecimiento económico es un fenómeno de largo plazo, que todas las economías desean lograr; y que implica mantener un crecimiento sostenido del PBI per cápita. No muchos países son capaces de lograr esto, debido a diferentes situaciones, pero que se puede resumir a partir de la definición de la economía como ciencia: la escasez de recursos. Es por ello, que la economía busca la mejor forma de asignar los recursos, esto es ser eficiente. En particular, para crecer, muchos economistas han desarrollado teorías sobre la importancia de determinadas variables que ellos consideran “claves” para lograr el crecimiento. En esta investigación, se hará hincapié en el análisis del capital humano: las capacidades y formación de la fuerza laboral de los países como variable que determina el deseado crecimiento. A lo largo del tiempo, y utilizando variables tendientes a medir el nivel educacional de los habitantes de un país, se determinó a través de un análisis empírico y econométrico, que el capital humano, es una variable significativa para el crecimiento económico de los países. Por otro lado, el estudio permitió determinar que existen otras variables que influyen en el crecimiento económico; el ahorro interno, la dotación de capital físico, la inversión y la estabilidad macroeconómica del país. Se presentan como variables del aumento sostenido de la riqueza de una nación a lo largo del tiempo.

Palabras clave: Capital Humano, crecimiento económico, PBI per cápita.

Código JEL: O1; O4.

Índice

- I- Introducción
- II- Revisión de la literatura empírica
- III- Modelos de crecimiento
- IV- Análisis descriptivo
- V- Análisis empírico
- VI- Conclusiones y futuro esperado
- VII- Referencias Bibliográficas

Anexo I

Detalle de las observaciones utilizadas en el análisis econométrico

Anexo II

Exposición y análisis problemático de las regresiones econométricas

Anexo III

Información detallada sobre el Índice de Capital Humano

Anexo IV

Verificando resultados con distintas variables proxy para el Capital Humano

I- INTRODUCCIÓN

Resulta relevante iniciar el trabajo de investigación recordando la definición de la economía, para lo cual se utilizará la otorgada por Lionel Robbins: “*la economía es la ciencia que se encarga del estudio de la satisfacción de las necesidades humanas mediante bienes que siendo escasos tienen usos alternativos entre los cuales hay que optar*”¹. Por lo que no es tarea sencilla lograr que todos los individuos, así también como comunidades, y en este caso particular, países, logren satisfacer sus necesidades y alcancen un nivel de bienestar máximo. Este trabajo enfoca el análisis en la utilización de los recursos escasos para alcanzar el crecimiento económico. La pregunta que surge inmediatamente es ¿qué se entiende por crecimiento económico? Para responderla, se utilizará la definición de Robert Lucas: “El crecimiento económico se produce cuando un país logra un sostenido aumento del PBI per cápita a lo largo del tiempo”².

El propósito general de este trabajo consiste en encontrar cuáles son los determinantes del crecimiento económico de los países, es decir, qué variables son las que afectan de manera positiva y generan aumentos en el PBI per cápita de los países. De forma más específica, se buscará probar la importancia del capital humano y de qué manera afecta al crecimiento económico, es decir, si genera efectos positivos sobre el mismo o no. Como bien se expone más adelante, existe literatura sobre el tema, teórica y empírica, pero esta última ha quedado desactualizada temporalmente. Por otro lado, dichos estudios plantean medir el capital humano con variables diferentes a la que se plantea en el presente estudio, como así también se utilizan otras variables para explicar el crecimiento económico respecto de las que se utilizarán en este trabajo a la hora de hacer el análisis empírico.

El principal motivo por el cuál surgió el proyecto de investigación derivó de la conciencia mundial que ha comenzado a generarse sobre el fenómeno del crecimiento económico; fundamentalmente, por los esfuerzos provenientes de organismos mundiales para lograr mejores condiciones de vida alrededor del mundo. Es por ello, que se intenta demostrar que una de las variables que afectan positivamente al crecimiento económico (condición necesaria para un mayor desarrollo económico, es decir, mejor calidad de vida), entendido como el crecimiento sostenido del PBI per cápita, es el capital humano.

En base a estos problemas de investigación, las hipótesis de este trabajo se plantean del siguiente modo: “El crecimiento económico se encuentra determinado por múltiples variables, entre las que se destacan por su poder explicativo del fenómeno el ahorro interno, la dotación de capital físico y humano, la inversión, y

¹ Robbins, L. (1932). “Ensayo sobre la naturaleza y significación de la ciencia económica”. Londres: Bubok Publishing, pp 12-13.

² Lucas. R (1988). “On the mechanics of economic development”. Journal of Monetary Economics, volumen 22, 3-42.

la estabilidad macroeconómica del país”. Y en términos más específicos “El capital humano se constituye en una de las principales variables que determina el aumento en la riqueza de las naciones”.

El trabajo comienza con una revisión de la literatura empírica que existe sobre el crecimiento y sus determinantes, haciendo especial hincapié en la aparición del capital humano como variable explicativa del crecimiento económico, y la importancia que se le fue dando a lo largo de los años. En particular para el capital humano como variable determinante del crecimiento se tomarán en consideración los trabajos pioneros de T.W. Schultz, G. Becker y J. Mincer.

Luego, en el capítulo número 3 (tres) se hará un breve repaso por los modelos de crecimiento económico, y las conclusiones a las que arriban. Se comenzará por el modelo de Solow (1956), conocido como el primer modelo en plantear la teoría del crecimiento y sus determinantes. Pasando por el modelo de Ramsey, Cass y Koopmans (1965); para, finalmente, desarrollar detalladamente el modelo de Lucas (1988), el cual parte de un enfoque microeconómico e introduce el concepto de capital humano en la función de producción. Con este último modelo se reflejará el concepto de capital humano que este trabajo está considerando como definición y cómo vía para el crecimiento económico de los países.

En el cuarto capítulo, se hará un análisis descriptivo considerando principalmente la clasificación de los países según sus ingresos. Aquí se harán comparaciones principalmente gráficas, acerca de la tendencia desde 1960 hasta la actualidad que han tenido los países en materia de crecimiento sostenido. Comparando este crecimiento económico con distintas variables como lo es el capital humano (representado por el índice de capital humano del año 2017 desarrollado por el Banco Mundial) y el gasto del estado (todo consumo gubernamental excluyendo al relacionado con el sector externo). Además, se incluye un análisis de convergencia que, en términos generales, analizará el comportamiento del PBI per cápita de los países determinando la existencia (o no) de mayor desigualdad de ingresos.

En el quinto capítulo se realizará el análisis econométrico de sección cruzada para un total de 89³ observaciones (países), en busca de alcanzar el objetivo principal de esta investigación: identificar las principales variables que explican el crecimiento económico de distintos países en el periodo desde 1960 hasta 2018.

Por último, se expondrán las conclusiones a partir de los resultados obtenidos y del futuro al cual se dirigen los países en materia de crecimiento. Para ello, es importante conocer qué objetivos se están planteando los países en el largo plazo, y esto incluye la actividad, cada vez más intensa, que realizan los organismos internacionales.

³ En el Anexo I se encuentra el listado de los países utilizados.

II- REVISIÓN DE LITERATURA EMPÍRICA

1. Aparición del Capital Humano

Antes de revisar con detenimiento los trabajos empíricos realizados en torno al factor humano dentro del crecimiento económico, se hará referencia a cómo fue que el concepto de capital humano tomó lugar como factor determinante dentro de esta teoría. Los primeros autores en desarrollar una teoría sobre el capital humano y darle importancia fueron T.W. Schultz (1961), G. Becker (1964), J. Mincer (1974). El primero de ellos consideró a la fuerza de trabajo no homogénea, lo que implica que los trabajadores tienen distintas características y capacidades. A partir de allí plantea que el futuro del factor humano iba a estar determinado por la evolución inteligente y su calidad. Por otro lado, al considerar la calidad de la gente como un recurso escaso, ésta tiene un costo económico y un valor.

Por otro lado, Gary Becker, hace énfasis en el capital humano a partir de las capacidades y conocimientos generales que posee la persona y que va acumulando a lo largo del tiempo. A partir de esa definición, plantea cómo las personas que invierten en su educación en el futuro tendrán mayores salarios que las que no. Por supuesto, en un principio incurrirán en un gasto que los otros no tendrán, pero al acumular más conocimientos y capacidades, en el futuro tenderán a obtener mayores rendimientos productivos que los que no tomaron esa decisión.

Y finalmente, Jacob Mincer, tomó las ideas de ambos autores, y logró plasmarlas en una regresión econométrica, aunque bastante alejada de la realidad por los supuestos que incluía; que se muestra a continuación:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * S + \beta_2 * X + \beta_3 * X^2 + \varepsilon$$

Esta expresión es conocida como “la función de ingresos” o “función Minceriana”, donde las variables que contiene son las siguientes: la variable explicada es el logaritmo de los ingresos en un determinado período (Y); S los años de educación; X la experiencia; X^2 la experiencia potencial al cuadrado (que capta la no linealidad del perfil edad-ingresos) que Mincer la agrega para explicar que no necesariamente por ser mayor una persona tendrá más ingresos que una persona con menos años de edad; y el intercepto β_0 representa el logaritmo del salario de un individuo de que no tiene educación ni experiencia. Al observar la ecuación vemos que Mincer plantea que no sólo existe la capacitación formal como vía para tener mayores ingresos en el futuro, sino que también existe la experiencia, que aumenta a medida que aumentan los años de la persona en el mercado laboral. Más allá de haber sido un gran aporte para la investigación dentro de este campo para el resto de los economistas, también recibió algunas críticas

debido a los supuestos que planteó. Entre los supuestos que Jacob Mincer incluyó en su regresión econométrica y que generó que sea difícil acercarla a la realidad, se pueden mencionar las siguientes:

- los ingresos capturan los beneficios totales de la inversión educativa, lo que implica que no se contabilizan ni externalidades ni ventajas no pecuniarias de los trabajos que requieren educación;
- la economía es un estado estacionario, sin ningún crecimiento salarial y de productividad;
- cuando se estudia no se trabaja, y cuando se trabaja, la dedicación es de tiempo completo; por lo que no se adquiere experiencia mientras se estudia.

2. Trabajo empírico de Robert Barro⁴

Ahora, con este concepto incorporado, se hace referencia al análisis empírico realizado por R.J. Barro en 1991: “Crecimiento económico en una sección cruzada de países”. El Dr. en economía para la Universidad de Harvard, realizó este análisis para 98 países, teniendo como variable explicada a la tasa de crecimiento promedio del PBI per cápita de estos países entre 1960 y 1985. Las variables que utilizó para explicar el crecimiento fueron las siguientes:

- En representación del capital humano utilizó la matriculación en 1960 de la educación primaria y secundaria (por separado);
- El consumo del sector público como fracción del PBI;
- Una medida de distorsión de los precios de inversión; y
- Dos variables sociales como son el número de revoluciones y golpes militares, y el número de asesinatos acaecidos durante el período de estudio.
- Dos variables dicotómicas que representan a los países ubicados en Lationamerica y África.
- La tasa de ahorro (no especifica el año).
- La suma de la tasa de crecimiento de la población y de la tasa de depreciación (esta última la supone igual al 5%).

⁴ El trabajo de Robert Barro “Crecimiento económico en una sección cruzada de países”, se encuentra muy bien explicado y detallado en el libro de Xala-i-Martin, X. (2000). “Apuntes sobre el crecimiento económico”. Antonio Bosch: Barcelona, pp 209-215. Por lo que se analiza a partir de este último.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Constante	0,0194 (0,0018)	0,0149 (0,0085)	0,0236 (0,0084)	0,0146 (0,0124)	-0,0194 (0,0168)
Log GDP (60)	0,0047 (0,0016)	-0,0124 (0,0032)	-0,0128 (0,0028)	-0,0052 (0,0018)	-0,0101 (0,0030)
SEC 60		0,0253 (0,0108)	0,0061 (0,0107)		0,0080 (0,0099)
PRIM 60		0,0301 (0,0067)	0,0304 (0,0062)		0,0257 (0,0063)
GOV		-0,0826 (0,0271)	-0,0642 (0,0248)		
PPI60DEV		-0,0107 (0,0047)	-0,0081 (0,0042)		
REVCoup		-0,0242 (0,0060)	-0,0277 (0,0056)		
ASSASS		-0,0013 (0,0021)	-0,0010 (0,0022)		
LAT.AMER			-0,0142 (0,0038)		
AFRICA			-0,0168 (0,0041)		
TASA AHORRO				0,1721 (0,0224)	0,0139 (0,0218)
$n+\delta$				-0,3706 (0,1548)	-0,0648 (0,1708)
ADJ R2	0,04	0,45	0,55	0,41	0,49
E. S	0,0191	0,0144	0,0130	0,0149	0,0139

Tabla 1. Obtenida de: Sala-i-Martin, (2001). Apuntes de crecimiento económico. Mc Graw- Hill: Barcelona

En el Cuadro 1 obtenido del libro de Xala-i-Martin, “Apuntes de crecimiento económico”, se ven los resultados de las regresiones que realizó Barro en su trabajo. Es interesante explicar porque agregó las variables dicotómicas, la tasa de ahorro y la suma de tasas “ $n + \delta$ ”: las dicotómicas las incluyó con el propósito de probar cómo fue el crecimiento de los países ubicados en los continentes de África y Latinoamérica; y la regresión con la tasa de ahorro y la suma del crecimiento de la población y de la tasa

de depreciación, viene por el lado de probar las predicciones realizadas en el modelo de Solow y Swan, que utilizan estas dos variables para probar el estado estacionario de la economía. Específicamente, estos autores llegan a la conclusión que una mayor tasa de ahorro genera en el futuro una mayor inversión en capital físico, y por lo tanto un mayor crecimiento económico (utilizan una función de producción Cobb-Douglas: $Y = A * K^\alpha * L^{1-\alpha}$). Y, por otro lado, que un mayor ritmo de crecimiento de la población, y un mayor ritmo de depreciación del capital físico, generaría un menor nivel estacionario de capital físico, ergo, un menor crecimiento económico.

En este trabajo se quiere probar en primer lugar la existencia de β -convergencia⁵, es decir, que los países que eran más pobres en 1960 crecieron más que los que eran más ricos en aquel momento. En otras palabras, que exista una relación inversa entre el nivel inicial de renta y la tasa de crecimiento. Observando los resultados de la primera regresión del Cuadro 1, se verifica que el coeficiente de la variable del PBI per cápita en 1960 es positivo, lo que indica que los países que mayor PBI per cápita tenían en ese año fueron los que más crecieron. Sin embargo, la bondad del ajuste es muy bajo ($R^2 = 0.04$)⁶. Señal que el modelo no está siendo bien explicado por esta variable, y, como bien señala Xala-i-Martin (2000), esto se puede deber a la falta de variables explicativas en el mismo, o que no están siendo incluidas en la regresión, y es lo que procede a hacer Barro en las siguientes⁷.

En la segunda regresión, agrega más variables y el análisis se torna más interesante. Primero se observa cómo cambia el signo del logaritmo del PBI en 1960, generando la existencia de β -convergencia condicional (se refiere a que la convergencia se cumple en presencia de otras variables, y no actuando por si sola) ya con R^2 aceptable de 0.45. Por otro lado, aparecen las variables que utiliza como proxy del capital humano, la matriculación en primaria y secundaria de 1960, ambas significativas y positivas. Entonces se puede asegurar que, a lo largo de este período, los países con un alto número de matriculación en las escuelas en 1960 crecieron más que el resto. Luego, se ve cómo el consumo público promedio entre los años 1960 y 1985 (sin educación ni gasto militar) (GOV) tuvo un efecto negativo sobre la variable dependiente, pudiendo intuir que la mayor participación del estado, o, mejor dicho, el mayor gasto público, perjudicó a los países a lo largo del tiempo. Finalmente, el autor utiliza variables institucionales, que hacen referencia a las reglas de juego dentro de una economía, pudiendo brindar mayor o menor calidad al

⁵ β -convergencia: Plantea la convergencia de ingresos entre países. Para probarla se determina si los países más pobres en términos de ingreso han crecido más que los países ricos. Por lo que en algún punto los países más pobres alcanzarán a los más ricos. Sala-i-Martin, X. (1994). "Apuntes sobre el crecimiento económico". Barcelona: Antonio Bosch Editor.

⁶ El R^2 determina el ajuste de los datos al modelo, es decir, cuán bien explican los datos el comportamiento de la variable dependiente (en este caso la tasa de crecimiento).

⁷ Estos problemas entran en la categoría de "Error de especificación del modelo", por falta de variables o algún error en la forma funcional del modelo. Para más detalle del mismo puede servir de referencia el siguiente libro: Gujarati, D. (2010). "Econometría". México D.F: McGraw-Hill.

funcionamiento de una economía. Específicamente en esta regresión, incluye la cantidad de revoluciones y golpes militares y asesinatos cada mil habitantes, las cuales presentaron un signo negativo, algo que se puede esperar de estas variables, ya que mayor descontento social e inseguridad no garantizan un mejor funcionamiento desde el punto de vista económico.

En la columna (3) de la *Tabla 1* se ve que agrega a las variables analizadas en la segunda columna, dos dicotómicas, las que representan a los países ubicados en los continentes de América Latina y África. Se observa que ambas son significativas y con signo negativo. Esto indica que los países ubicados en estas regiones crecieron menos que el resto. “Desde el punto de vista de la investigación económica, no son más que una confesión de ignorancia; América Latina y África han crecido muy poco y no sabemos por qué”⁸. Por otro lado, cabe mencionar que con estas dos variables mejora considerablemente la bondad del ajuste en un 0.10 más ($R^2=0.55$).

En la cuarta regresión, queda sólo el logaritmo del PBI 1960, y se agregan la tasa de ahorro y la suma del crecimiento de la población y la tasa de depreciación del capital. Esto fue para probar empíricamente el modelo de Solow y Swan (1956). Donde el capital de estado estacionario se define a partir de la igualdad entre estas dos variables previamente mencionadas. En el modelo, las implicancias son las siguientes: una mayor tasa de ahorro promueve a la mayor inversión (mayor acumulación de capital fijo) y por lo tanto un aumento en la producción (con una función Cobb-Douglas se observa claramente: $Y = F(K, L) = A * K^\alpha * L^{1-\alpha}$); por otro lado, el aumento de la tasa de crecimiento de población y la tasa de depreciación del capital afectan negativamente al crecimiento, ya que el aumento de cualquiera de las dos reduce el nivel del capital de estado estacionario. Es decir, un aumento en la depreciación del capital reduce el nivel de la inversión, y un aumento en la tasa de crecimiento de la población implica una mayor población que hará uso de los recursos de un país. Gráficamente:

⁸ Sala-i-Martin, X. (2000). “Apuntes sobre el crecimiento económico”. Antonio Bosch: Barcelona, pp 213-214.

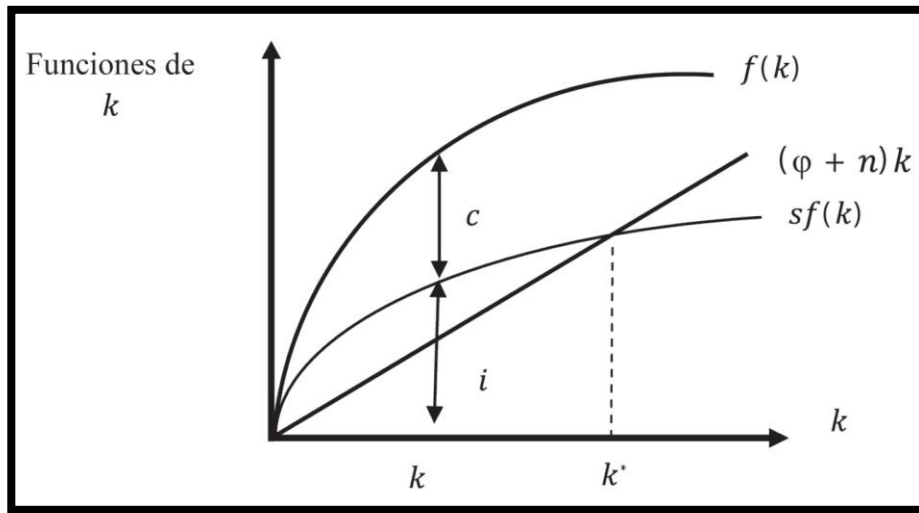


Gráfico 1. "Crecimiento económico y convergencia regional en México: 1970-2015". 2017. Redalyc.org.

Volviendo a la regresión, se observa que los coeficientes y significancia de la tasa de ahorro y de $'n + \delta'$ tienen signo positivo y negativo respectivamente, cumpliéndose las conclusiones del modelo de Solow y Swan (1956).

Finalmente, en la última regresión, sólo agrega las proxies de capital humano para analizar el comportamiento de estas junto con las variables del modelo de crecimiento mencionado anteriormente. Y lo que se observa es que todas ellas muestran los signos esperados, aunque las únicas variables significativas son el logaritmo del PBI inicial del período (1960) cumpliendo la β -convergencia (condicional) y el enrolamiento en la escuela primaria. El resto de las variables no resultan estadísticamente significativas.

3. Capital humano y desarrollo económico mundial: Modelos econométricos y perspectivas

Resulta interesante indagar en otros trabajos empíricos que busquen determinar cómo actúa el capital humano en el crecimiento económico de los países, cómo el desarrollado por Isabel Neira (2007). La autora busca medir el impacto del capital humano en el desarrollo económico de los países a través del efecto inversión y otros efectos indirectos, desarrollando varios modelos econométricos que se presentan a continuación.

Vale aclarar que la autora busca determinar el efecto del capital humano a través de una función de producción del tipo Cobb-Douglas (dividida por la población, es decir, en términos per cápita) y planteando la misma de dos maneras distintas: en la primera busca analizar el impacto del capital humano sobre la

producción (efecto directo), mientras que en la segunda plantea el efecto del capital humano sobre la inversión (capital fijo), ya que anticipa que espera que el capital humano tenga un efecto sobre la misma (efecto indirecto, correlación entre variables).

3.1. Efecto directo de la educación en la función de producción por habitante

La estimación se realiza para 19 países de la OCDE⁹ en el período 1965-1990. Y la ecuación estimada es la siguiente:

$$\log(PBIH) = \beta_0 + \beta_1 * \log(KAPH) + \beta_2 * \log(PS2) + \varepsilon_T \quad (1)$$

Siendo PBIH el PBI per cápita en dólares de 1985 paridades de poder adquisitivo (de la base de datos de Summers y Heston), KAPH el stock de capital per cápita en dólares de 1985 y PS2 el nivel educativo de la población (porcentaje de la población activa con nivel educativo equivalente a secundario de segundo ciclo completo o superior, entendiendo a población activa a la que está en condiciones para ejercer un trabajo). Antes de exhibir los resultados presenta dos gráficos de dispersión para mostrar el comportamiento de las variables explicativas con la dependiente:

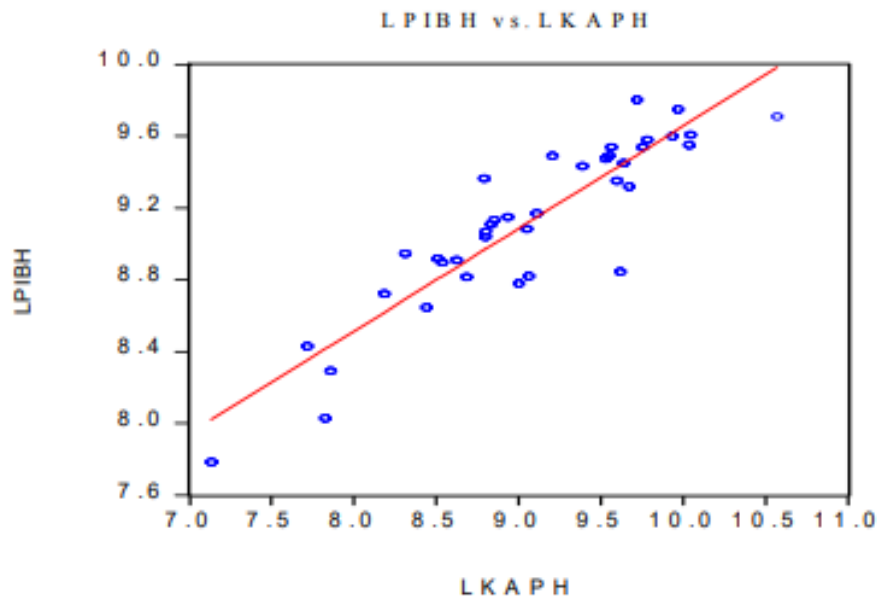


Gráfico 2. Gráfico de dispersión, mostrando relación lineal entre el PBI (LPIBH) y el capital físico per cápita (LKAPH) de los países de la OCDE. Obtenido de: Neira, I. (2007). "3. "Capital humano y desarrollo económico mundial: Modelos econométricos y perspectivas". *Estudios Económicos de desarrollo internacional*, vol.7 (N°2), pp. 53-80.

⁹ La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos es un organismo de cooperación internacional, compuesto por 36 estados, cuyo objetivo es coordinar sus políticas económicas y sociales.

Existe una relación positiva entre el PBI per cápita y el capital físico per cápita, es decir, a mayores niveles de stock de capital físico que posea un país (entendido también por una mayor inversión).

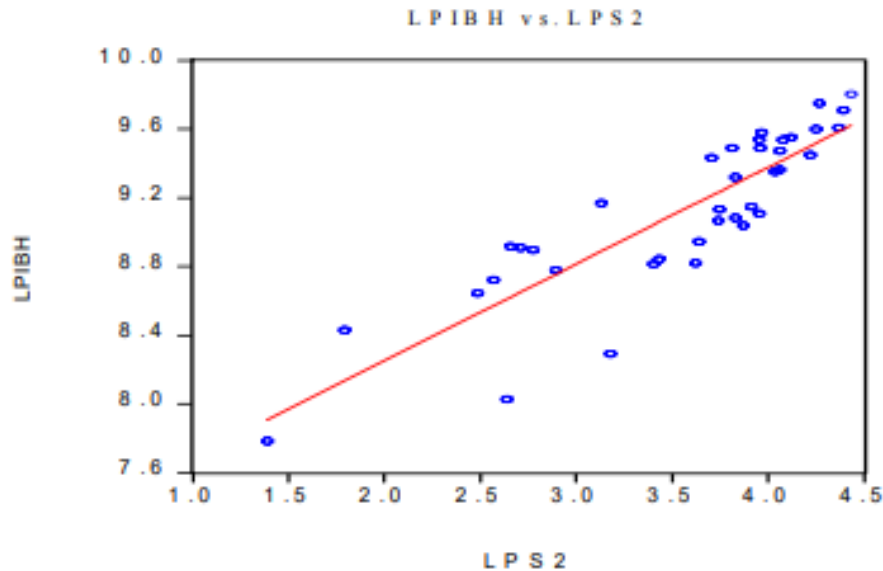


Gráfico 3. Gráfico de dispersión entre el PBI per cápita (LPIBH) y el nivel de educación de la población (LPS2) de los países del OCDE. Obtenido de: Neira, I. (2007). "3. "Capital humano y desarrollo económico mundial: Modelos econométricos y perspectivas". *Estudios Económicos de desarrollo internacional*, vol.7 (Nº2), pp. 53-80.

Se encuentra el resultado esperado: a mayores niveles de PS2, es decir, mientras mayor sea el nivel educativo de la población, mayores niveles de PBI per cápita tendrán los países.

A continuación, se presenta la regresión econométrica realizada por la investigadora, para medir el efecto directo del capital humano en el PBI per cápita de los países de la OCDE:

Variables explicativas	Intercepto: Coeficientes fijos
	Coeficientes
C	
LOG(KAPH)	0.545719 (0.022366)
LOG(PS2)	0.070636 (0.022325)
R^2	0.999872

Tabla 2. Regresión de la ecuación (1), variable independiente: LOG(PBIH). Nota: Efectos fijos: CA 4,07; US 4,20; AU 3,94; NZ 3,90; AT 3,94; BE 3,91; DK 3,91; ES 4,01; FI 3,71; FR 4,02; UK 4,12; GR 3,61; IE 3,85; IT 3,98; NO 3,62; PT 3,89; SE 3,93; CH 3,69. Obtenido de: Neira, I. (2007). “3. “Capital humano y desarrollo económico mundial: Modelos econométricos y perspectivas”. *Estudios Económicos de desarrollo internacional*, vol.7 (N°2), pp. 53-80.

Los resultados de la estimación arrojan una elevada elasticidad entre el PBI per cápita de 1985 y el capital físico per cápita medido en dólares de 1985, esto quiere decir que pequeños aumentos en el stock de capital físico generan aumentos más que proporcionales en el nivel del PBI per cápita. Esto también indica que la elasticidad entre el capital humano y el PBI es mucho más baja.

Con un R^2 muy alto, Neira indagó más en la correlación de las variables independientes y encontró una correlación 0.9 entre capital físico per cápita y capital humano, por lo que se está en presencia de multicolinealidad¹⁰. A partir de aquí es que la autora busca determinar el efecto del capital humano en el físico, demostrando que la regresión detallada con anterioridad no muestra el efecto completo del capital humano en el PBI (subestimación efecto del capital humano).

3.2. Efecto indirecto a través de la relación con el capital físico

A partir de la conclusión hallada en el apartado anterior, Neira, indaga un poco más en la relación existente entre el capital físico y el humano. Es decir, busca probar que parte del efecto del capital humano en el crecimiento económico de los países, se desvía y pasa primero por el capital físico (inversión), y desde allí hace efecto en el PBI per cápita. Entonces, partiendo de la regresión (1), la modifica de manera de obtener los siguientes modelos:

$$KAPH = \beta_1 * PIBH(-5) + \beta_2 * PS2 + \varepsilon_T \quad (2)$$

$$KAPH = \beta_1 * KAPH(-5) + \beta_2 * PS2 + \varepsilon_T \quad (3)$$

Las ecuaciones (2) y (3) se estimarán con datos de 19 países de la OCDE en el período 1965-1990. Como variables “nuevas”, se encuentran $PIBH(-5)$ que es el PBI per cápita inicial de los países retardado cinco (5) años, y $KAPH(-5)$ que representa el stock inicial de capital físico. A continuación, un gráfico de dispersión para anticipar la relación entre el capital físico (variable dependiente) y el capital humano.

¹⁰ Término econométrico para determinar que variables que tienen efecto hacia la variable dependiente también generan un efecto entre ellas, por ejemplo, en este caso quiere decir que un mayor nivel de capital humano genera mayores niveles de capital físico. A esto quiere llegar la autora con el término de “efecto indirecto”.

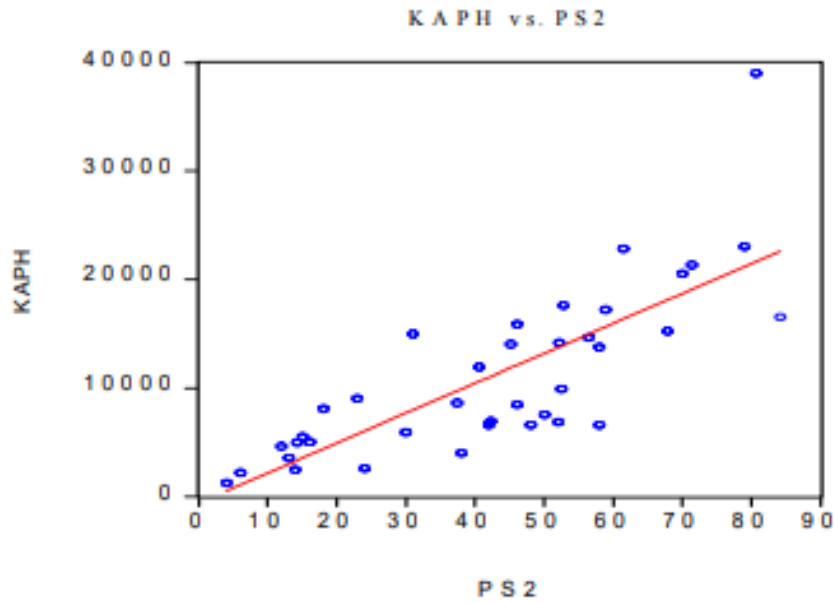


Gráfico 4. Gráfico de dispersión entre la variable de stock de capital físico (KAPH) y el nivel educativo (PS2) de la regresión (2). Obtenido de: Neira, I. (2007). “3. “Capital humano y desarrollo económico mundial: Modelos econométricos y perspectivas”. *Estudios Económicos de desarrollo internacional*, vol.7 (N°2), pp. 53-80.

Se observa la clara correlación entre estas dos variables, por lo que anticipan que en las regresiones de ambas ecuaciones (2) y (3) el impacto del capital humano sobre el stock de capital físico será positivo, probando la hipótesis de la investigadora.

Variable dependiente: KAPH		
Muestra: 1965 1970 1975 1980 1985 1990		
Total de observaciones de panel: 114		
VARIABLES explicativas	MCG (2) Coeficientes (Errores estándar)	MCO (3) Coeficientes (Errores estándar)
PIBH (-5)	0.932077 (0.050242)	—
KAPH (-5)	—	1.124551 (0.024004)
PS2	58.12081 (9.948935)	12.14127 (5.285207)
R^2	0.968815	0.977314

Tabla 3. Estimaciones con panel quinquenal del modelo de KAPH en la OCDE, en el período 1965-1990. Obtenido de: Neira, I. (2007). “3. “Capital humano y desarrollo económico mundial: Modelos econométricos y perspectivas”. Estudios Económicos de desarrollo internacional, vol.7 (Nº2), pp. 53-80.

En la tabla 3 se observa que la estimación del modelo (2) se hizo con Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG), eso se debe a la presencia de heteroscedasticidad ¹¹. A diferencia de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), para este tipo de estimación se divide a toda la ecuación por las varianzas heteroscedásticas, pudiendo solucionar este inconveniente¹².

En cuanto al papel del capital humano, se observa el efecto positivo que ejerce siempre el stock de capital físico, probando lo supuesto con anterioridad: incluir ambos capitales en un modelo econométrico que tenga al PBI per cápita como variable dependiente, genera una subestimación del capital humano, ya que parte de su efecto se ve reflejado en el capital físico (y es por eso también que se encontró una alta correlación).

En el resto del artículo Neira hace las pruebas para Asia (Japón, Corea del Sur, Tailandia, Taiwán y Hong-Kong) y para 10 países latinoamericanos, llegando a la conclusión que esperaba: *“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, 2007, 75-76). Entre ellos, destaca a Estados Unidos, Suiza, Canadá, la mayoría de los 15 países de la Unión Europea, Australia y Japón. Por lo que termina determinando la “doble significancia” del capital humano en el desarrollo económico de los países, tanto por su efecto directo sobre el PBI per cápita, como por el efecto en la tecnología (capital físico).

Los trabajos antes detallados resultan de importancia dado que representan antecedentes de la presente investigación: la principal idea de esta investigación es (al igual que en ambos trabajos expuestos con anterioridad) demostrar econométricamente el papel del capital humano en el crecimiento económico de los países. A diferencia de otros trabajos, tendrá como novedad un índice de capital humano desarrollado por el Banco Mundial, que detallaremos en el próximo capítulo. Por otro lado, se diferencia de cada uno de estos trabajos por los datos utilizados:

¹¹ Indica que las varianzas de las perturbaciones (en este caso ε_t) son distintas. Impidiendo lograr los Mejores Estimadores Lineales Insesgados si se estimase con MCO. Para mayor detalle consultar: : Gujarati, D. (2010). “Econometría”. México D.F: McGraw-Hill.

¹² Para más información consultar mismo libro de nota de pie 8.

- A diferencia del trabajo de Barro (1991), se considera un período de tiempo más largo, desde 1960 hasta 2018 (el trabajo de Barro abarca desde 1960 hasta 1985). Se constituye en una actualización de los resultados, que permita validar los resultados del trabajo de Barro o mostrando cambios de tendencia respecto de aquel.
- A diferencia de la investigación de Neira (2007), que utiliza 19 países de la OCDE¹³, el total de países que este trabajo utiliza son 89, por lo que los resultados que se obtengan podrán utilizarse para plasmarlos al resto de los países.

¹³ Los países de la OCDE que utiliza Neira (2007) son: Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Grecia, Irlanda, Italia, Noruega, Portugal, Suecia, Suiza.

III- MODELOS DE CRECIMIENTO

El objetivo principal de este capítulo es conocer la evolución de los distintos modelos de crecimiento hasta llegar al que incluye al capital humano como motor para lograr el crecimiento económico, y poder observar de qué manera se llega a la conclusión de que esta variable es importante para lograr este fenómeno.

Para ello, se abordarán tres modelos de crecimiento económico de los cuáles uno solo será desarrollado y explicado en profundidad, ya que es el puntapié del análisis empírico del presente trabajo. Estos tres modelos son el de Solow y Swan (1956), Ramsey, Capps y Koopmans (1965), y por último y que será detallado, el de Lucas (1988).

1. Modelo de Solow y Swan

Las implicancias y los conceptos básicos del modelo fueron explicados en la sección anterior cuando se incluyeron las variables utilizadas por Barro en sus regresiones. Pero retomando más en detalle y para explicarlo de la manera más simple, el modelo de Solow y Swan busca explicar el crecimiento económico a partir de la acumulación de capital físico. A partir de allí surgen las variables y la función de producción que explica ese crecimiento. Asumiendo una función de producción Cobb-Douglas que ha sido dividida por la fuerza de trabajo (L) (transformando todas las variables en per cápita) se plantea la acumulación de capital físico a partir de la siguiente función:

$$\dot{k} = s * f(k_t; A_t) - (n + \delta)k_t,$$

Donde \dot{k} es la acumulación/desacumulación de capital físico; s es la tasa de ahorro; $f(k_t; A_t)$ la función de producción per cápita; $(n + \delta)$ es la suma de la tasa de crecimiento de la población y la tasa de depreciación del capital respectivamente; y k_t el capital físico per cápita. La clave de la ecuación viene a partir de la tasa de ahorro. Una mayor tasa de ahorro es la que va a propiciar un mayor capital de estado estacionario, y por tanto un mayor crecimiento anual para el país. Esta tasa en el modelo es exógena, lo que significa que viene dada y no existe una optimización para encontrar el valor óptimo. Observando la ecuación en detalle, existe otra forma de generar mayor crecimiento, y es la del progreso tecnológico, pero que es también considerado exógeno en el modelo. Por otro lado, y para ampliar un poco el análisis que realiza Solow, surge el concepto de “Golden Rule” (Regla de Oro). Este concepto implica el máximo consumo que una comunidad desea tener, y observando el Gráfico 1, se encuentra en la diferencia entre la función de producción y la depreciación del capital, ajustada por la tasa de crecimiento de la población. Por lo tanto, el máximo consumo está condicionado por la tasa de ahorro, lo que implica que los países que

deseen un mayor consumo deberán mantener una menor tasa de ahorro en comparación con los que prefieran un mayor crecimiento en el largo plazo y resiguen un mayor consumo actual.

2. Modelo de Ramsey

Con el mismo concepto de crecimiento, Ramsey, Cass y Koopmans (1965), enfocan su análisis en cómo los hogares y las empresas toman sus decisiones de manera óptima, por lo que la tasa de ahorro pasa a ser una variable endógena del modelo. Explicando un poco el modelo descentralizado (donde las decisiones de producción son tomadas por las empresas y no por el gobierno/estado), donde los hogares maximizan su consumo respecto de su función de utilidad y de su restricción presupuestaria, que se expresan en las siguientes ecuaciones:

$$\max U = \int_0^{\infty} U_t(C_t)e^{-(\theta-n)t} dt \quad (1)$$

$$\dot{a}_t = w_t + r_t * a_t - n * a_t - c_t \quad (2)$$

El problema de maximización de la utilidad (ecuación N°1) tiene como variable de control el consumo, en función de una tasa de descuento que determina la paciencia de los hogares para consumir y de una tasa de crecimiento de la población. Luego la restricción presupuestaria (ecuación N°2) es el ahorro o el desahorro a lo largo del tiempo, que está igualado al salario más los intereses de algún activo que posean las familias, y el desahorro está dado por lo que cuesta mantener esos activos y el consumo.

Por otro lado, las firmas a partir de su función de producción demandarán factores en un mercado competitivo, por lo que tomarán capital físico hasta que el producto marginal de ese capital se iguale a su costo. Lo mismo pasará en el mercado laboral, donde se fijará un salario para los trabajadores. En estado estacionario el capital ahorrado por las familias ($k=a$) es el capital arrendado por las firmas. Las ecuaciones diferenciales que definen la dinámica del capital físico y del consumo son las siguientes:

$$\dot{k} = f(k) - c - (n + \delta)k \quad (3)$$

$$\dot{c} = -\frac{u_c}{u_{cc}} * (f_k - \theta) \quad (4)$$

Con $U = Ln(C_t)$ y una función de producción Cobb-Douglas el steady state viene dado por:

$$k^* = \left(\frac{\theta}{\alpha}\right)^{\frac{1}{\alpha-1}} \quad (5)$$

Este capital es menor al de Golden rule de Solow ya que $\theta > n$, ya que, si la población creciera más rápido que la tasa de descuento, la utilidad sería infinita y cualquier consumo daría lo mismo.

Y gráficamente:

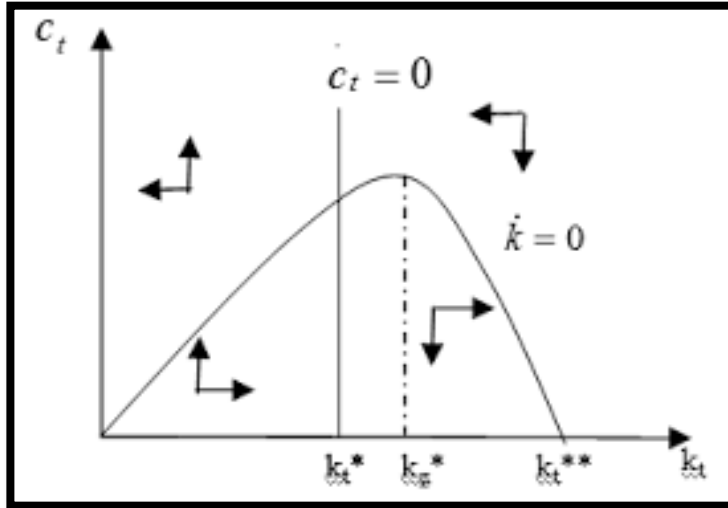


Gráfico 5. “OPTIMIZACIÓN DINÁMICA Y MODELOS DE CRECIMIENTO CON CONSUMO ÓPTIMO: RAMSEY-CASS-KOOPMANS”. 2008. repository.icesi.edu.co

Observando el Gráfico 5, se ve que se llega a un punto óptimo de consumo y de capital (estado estacionario). Para entender mejor el gráfico se observa que: por encima de la curva de \dot{k} (3) el consumo es demasiado alto, entonces el ahorro no llega a cubrir la depreciación del capital y el crecimiento de la población $[(n + \delta)]$, por lo que cae el capital. Por debajo de la misma, el consumo es muy bajo y existe mucho ahorro, entonces tiende a aumentar el capital. Observando la ecuación de \dot{c} (4), a la izquierda, al tener un bajo capital, la tasa de interés (producto marginal de capital) es muy alta, incentivando así el mayor consumo presente (lo contrario del lado derecho).

Resumiendo, la idea general del modelo es exhibir cómo los agentes económicos toman sus decisiones de consumo (y por lo tanto de ahorro) de manera intertemporal, dejando de lado el supuesto de exogeneidad de la tasa de ahorro.

3. Modelo de Robert Lucas

En su paper “On the mechanics of economic development” (En las mecánicas del desarrollo económico), Robert Lucas plantea primero la definición de capital humano y luego desarrolla dos modelos en los que incluye esta variable. Uno llamado “learning-by-doing” (se refiere a aprender mientras se va haciendo) y otro que será el que se desarrollará posteriormente. En la primera parte define al capital humano

de la siguiente forma: “El capital humano se define como el nivel de habilidades o capacidades productivas de un individuo”. Esta definición se basa en que las actividades que el individuo realice afectarán su productividad. En síntesis, el capital humano afecta a la producción final (de qué manera, dependerá de la tecnología) y la acumulación de este dependerá del tiempo que cada individuo le asigne al mismo (dedicación en mejorar las habilidades/capacidades personales).

1.1. Función de Producción

Define a N como la cantidad total de trabajadores de la economía; $h \geq 0$ (hasta ∞) como el nivel de habilidad/capacidad de cada individuo; y existen $N(h)$ trabajadores con la habilidad/capacidad h , entonces:

$$N = \int_0^{\infty} N(h) dh \quad (1)$$

Un trabajador que tiene habilidad " h ", dedica $u(h)$ de su tiempo de “no ocio” a la producción de bienes y servicios. Y el resto $[1 - u(h)]$ lo dedica a la acumulación de más capital humano.

Por lo tanto, el trabajo efectivo (a diferencia de Solow $N(t)$, la totalidad de la fuerza laboral/población) en la producción es:

$$N^e = \int_0^{\infty} u(h) * N(h) \quad (2)$$

Esta integral está compuesta por: las horas dedicadas a la producción de bienes y servicios más, la cantidad de trabajadores con un nivel de habilidad " h " en esa misma producción.

Teniendo ya definido la influencia del capital humano en la producción, se observa que la función de producción es: $F(K, N^e)$. En caso de querer conocer el salario por hora de cada trabajador, se realiza la derivada parcial de la función de producción en función del trabajo efectivo y se multiplica por el nivel de capacidad de un trabajador, en este caso: $F_N(K, N^e) * h$. Y para conocer el total de sus ganancias: $F_N(K, N^e) * h * u(h)$. Todo esto, que concierne a la productividad individual de cada trabajador, se lo conoce como “efecto interno”.

Por otro lado, define al “efecto externo”, y lo define como el nivel promedio de habilidades/capacidades del total de la fuerza laboral:

$$h_a = \frac{\int_0^{\infty} h * N(h) dh}{\int_0^{\infty} N(h) dh} \quad (3)$$

Este promedio también contribuye a la productividad de todos los factores de la producción. Como ninguna decisión individual tendrá o generará algún cambio en esta variable, nadie la tomará en cuenta a la hora de decidir de qué manera asignar su tiempo personal (trabajo/acumulación).

Ahora, para simplificar el análisis, se supone que todos los trabajadores (N) tienen el mismo nivel de habilidad " h " y le dedicaran todos " u " de tiempo, el trabajo efectivo es:

$$N^e = u * h * N; \text{ y } h_a = h. \quad (4)$$

Aunque, durante el análisis, se mantiene la notación del capital humano promedio. Siendo esto así, se define la tecnología para la producción de bienes y servicios:

$$N(t) * c(t) + \dot{K}(t) = A * K(t)^\beta * [u(t) * h(t) * N(t)]^{1-\beta} * h_a(t)^\gamma \quad (5)$$

donde el término del promedio del capital humano capta la externalidad o efectos externos del capital humano, y donde A es constante.

1.2. Ecuación del capital humano

Entendiendo como será el modelo por el lado de la producción Y , ahora se observa el comportamiento del capital humano, factor que afecta el nivel de producción. El mismo vendrá dado principalmente por el tiempo NO dedicado de cada individuo a la producción, es decir: $1 - u(t)$.

El primer planteamiento para la acumulación de capital humano viene dado por la siguiente ecuación diferencial:

$$\dot{h}(t) = h(t)^\xi * G[1 - u(t)] \quad (6)$$

Algunas consideraciones sobre esta ecuación: $G(0) = 0$, es decir va en aumento en función del tiempo que se le vaya dedicando a la acumulación; $u(t) \geq 0 \Rightarrow \frac{\dot{h}(t)}{h(t)} \leq h(t)^{\xi-1} * G(1)$ [siendo $u(t) = 0$; y dividiendo todo por $h(t)$]. Esto suponiendo que $\xi < 1$ (rendimientos decrecientes de h), implica que la trayectoria del capital humano tendería a cero sin importar el esfuerzo dedicado a acumular capital humano, y este no serviría para el crecimiento. Esto lo suponen así ya que una persona acumula mayor conocimiento en el principio de su vida, y con el tiempo deja de dedicar tiempo para aumentar sus habilidades (vida finita). Pero, por suerte para Lucas, Rosen (1976) prueba con evidencia empírica que $\xi = 1$, siendo consistente con lo que intuitivo sobre las ganancias individuales de cada trabajador. Y, si por simplicidad, se asume una función de G lineal, trabajando con un horizonte finito del individuo:

$$\dot{h}(t) = h(t) * \delta * [1 - u(t)] \quad (7)$$

Algunas consideraciones para tener en cuenta sobre esta ecuación son las siguientes:

1. Si no se asigna tiempo para acumular capital humano [$u(t) = 1$], entonces: $\dot{h}(t) = 0$
2. Si se asigna todo el tiempo a acumular capital humano [$u(t) = 0$], entonces: $\dot{h}(t) = h(t) * \delta$; se acumula/crece a tasa δ .
3. Entre estos dos extremos, **NO** existen rendimientos decrecientes al stock de capital humano $h(t)$. Cualquier aumento porcentual en capital humano requiere el mismo esfuerzo sin importar que nivel de $h(t)$ ya se haya acumulado (rompe con la teoría de que en la vida finita uno comienza adquiriendo un mayor nivel de habilidades o capacidades y con el tiempo van disminuyendo los niveles de adquisición).

Y aquí surge una pregunta interesante: ¿Interesan los niveles de stock inicial de capital humano [$h(t)$]? ¿Se pasa entre generaciones? Para lograr la ecuación de acumulación previamente detallada, Robert Lucas dice lo siguiente: Cada nivel de conocimiento [h] de cada individuo de una familia se acumula según (7) y el nivel inicial de un nuevo miembro de la familia es proporcional (**NO IGUAL**) al nivel ya obtenido por los miembros mayores de la familia. Y hace énfasis en lo siguiente: “El proceso de acumulación de capital humano, es una actividad social, incluyendo grupos de personas, sin tener efecto en la acumulación de capital físico”. Con esta cita, se puede hacer énfasis en como Lucas le da una gran importancia al capital humano dentro de la función de producción, separándolo totalmente de la acumulación de capital físico (motor principal del modelo de crecimiento de Solow).

1.3. El Modelo: Crecimiento y capital humano

El contexto es el siguiente: es un sistema cerrado, con una población que crece a tasa λ , toda la fuerza laboral posee el mismo nivel de habilidades (h) y las preferencias de las familias es la siguiente:

$$U(c) = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} * \frac{1}{1-\sigma} * [c(t)^{1-\sigma} - 1] * N(t) dt \quad (8)$$

Y se recuerdan las principales ecuaciones, la de la tecnología y la de acumulación del capital humano:

$$N(t) * c(t) + \dot{K}(t) = A * K(t)^{\beta} * [u(t) * h(t) * N(t)]^{1-\beta} * h_a(t)^{\gamma} \quad (9)$$

Y

$$\dot{h}(t) = h(t) * \delta * [1 - u(t)] \quad (10)$$

Al tener una externalidad [$h_a(t)^{\gamma}$] no se podrá llegar al óptimo a través de un “saddle-path”, entonces, en determinado momento del análisis, nos desviaremos hacia dos caminos: uno determinado a

buscar el “optimal-path”, y el otro el “equilibrium-path” (camino óptimo y de equilibrio respectivamente); que luego seremos capaces de comparar.

Para el camino óptimo, interesa la elección de $K(t), h(t), H_a(t), c(t)$ y de $u(t)$ que maximice la función de utilidad **(8)** sujeto a **(9)** y **(10)**, y sujeto a la restricción de que $h(t) = h_a(t)$ para todo t .

Y para el camino de equilibrio, es algo un poco más complicado. Primero se debe tener en cuenta el camino que tomará $h_a(t), t \geq 0$, que viene dado, ya que al igual que la tecnología (A) en el modelo de Solow, es exógeno. Dado $h_a(t)$, el problema que el sector privado (familias y empresas) debe resolver está sujeto a la expectativa del comportamiento de esta misma variable. Entonces el problema es la elección de $h(t), k(t), c(t)$ y $u(t)$ para maximizar **(8)** sujeto a **(9)** y **(10)**, y tomando $h_a(t)$ como exógeno. Cuando la solución $h(t)$ de este problema coincida con $h_a(t)$ (expectativa y realidad coincidan) entonces ahí se encontrará el equilibrio.

Se procede con el problema del óptimo, y se desarrolla el Hamiltoniano de valor corriente con “precios” $\theta_1(t)$ y $\theta_2(t)$ usados para valorar incrementos del el capital físico y humano respectivamente:

$$H(K, h, \theta_1, \theta_2, c, u, t) = \frac{N}{1-\sigma} (c^{1-\sigma} - 1) + \theta_1 [AK^\beta (uNh)^{1-\beta} h^\gamma - Nc] + \theta_2 [\delta h(1 - u)] \quad (11)$$

Las variables de decisión para maximizar este hamiltoniano son: $c(t)$ y $u(t)$. Es decir, el consumo de las familias y empresas, y el tiempo dedicado a la producción de los individuos (derivamos el hamiltoniano en función de c y de u). El foco está en el problema óptimo, es por ello que se observa a la externalidad de esa manera ($h = h_a$). Por lo tanto, las condiciones de primero (CPO) son:

$$c^{-\sigma} = \theta_1 \quad (12)$$

$$\theta_1 (1 - \beta) AK^\beta (uNh)^{-\beta} N h^{1+\gamma} = \theta_2 \delta h \quad (13)$$

En el margen, viendo **(12)**, los bienes deben ser igualmente valuados tanto para consumo como para acumulación de capital. Por otro lado, **(13)**, el tiempo debe ser valuado de igual manera tanto para la producción como para la acumulación de capital humano.

La ratio de cambio de los precios del capital físico y humano, son respectivamente:

$$\dot{\theta}_1 = \rho \theta_1 - \theta_1 \beta AK^{\beta-1} (uNh)^{1-\beta} h^\gamma \quad (14)$$

$$\dot{\theta}_2 = \rho \theta_2 - \theta_1 (1 - \beta + \gamma) AK^\beta (uN)^{1-\beta} h^{-\beta+\gamma} - \theta_2 \delta (1 - u) \quad (15)$$

Entonces con (9) y (10), y ahora con (14) y (15), y junto a dos condiciones de transversalidad que se dispondrán posteriormente, se tiene la evolución óptima de las variables $K(t)$ y $h(t)$, cualquiera sea el nivel inicial que posea cualquiera de las dos variables.

Pasando al problema de equilibrio, y se observa que todas las ecuaciones obtenidas son utilizables para este problema, menos la (15), ya que difieren en la asignación del comportamiento de $h_a(t)$ (exógeno). Entonces, se reemplaza (15) por:

$$\dot{\theta}_2 = \rho\theta_2 - \theta_1(1 - \beta + \gamma)AK^\beta(uN)^{1-\beta}h^{-\beta}h_a^\gamma - \theta_2\delta(1 - u) \quad (16)$$

Y, para que el mercado logre un equilibrio, o se “vacíe”, necesariamente debe cumplirse que $h(t) = h_a(t)$ para todo t . Por lo tanto:

$$\dot{\theta}_2 = \rho\theta_2 - \theta_1(a - \beta)AK^\beta(uN)^{1-\beta}h^{-\beta+\gamma} - \theta_2\delta(1 - u) \quad (17)$$

La externalidad es $\gamma > 0$, y es la que genera la divergencia entre lo “social” (óptimo) (15) y lo “privado” (equilibrio) (17).

La forma más fácil de caracterizar el modelo es encontrar tasas constantes de las variables. Soluciones donde el consumo y ambos capitales crezcan a tasas crecientes constantes, los precios de ambos capitales caigan a tasas constantes, y donde el tiempo dedicado a la producción [$u(t)$] sea constante. Para ello, primero se consideran las ecuaciones en común que tienen ambos problemas (el óptimo y el de equilibrio).

Se denota a κ como $\frac{\dot{c}(t)}{c(t)}$, y entonces (12) y (14), implican la condición de productividad marginal del capital:

$$\beta AK(t)^{\beta-1}(u(t)h(t)N(t))^{1-\beta}h(t)^\gamma = \rho + \sigma\kappa \quad (18)$$

Para determinar el crecimiento del capital físico no importa el comportamiento de $h(t)$, sea decisión de los individuos o sea exógeno. Por lo tanto, si se divide (9) por $K(t)$ y se aplica (18) en la misma, y luego por definición $\frac{\dot{K}}{K}$ es constante, y, diferenciando, se obtiene la tasa de crecimiento del capital físico es:

$$\frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{N}}{N} + \frac{\dot{c}}{c} = \lambda + \kappa \quad (19)$$

Y la tasa de ahorro también mantiene una tasa constante a lo largo del tiempo.

Ahora se enfoca el análisis en el comportamiento del capital humano, y aparece: $\nu = \frac{\dot{h}(t)}{h(t)}$, por lo tanto, de (10) queda claro que:

$$v = \delta(1 - u) \quad (20)$$

Y diferenciando (18) respecto de κ , se obtiene la tasa común del consumo y del capital físico:

$$\kappa = \left(\frac{1-\beta+\gamma}{1-\beta} \right) * v \quad (21)$$

Observando (21), con $h(t)$ creciendo a tasa constante " v ", entonces ' $(1 - \beta + \gamma)v$ ' cumple el rol de crecimiento exógeno que tiene la tecnología en el modelo de Solow.

Ahora, para ver los determinantes del comportamiento de " v ", se toman las CPO (12) y (13), y se diferencian y sustituyen $\frac{\dot{\theta}_1}{\theta_1}$ de tal manera que:

$$\frac{\dot{\theta}_2}{\theta_2} = (\beta - \sigma) * \kappa - (\beta - \gamma) * v + \lambda \quad (22)$$

Y en este punto es donde el análisis diverge entre lo óptimo y lo de equilibrio. Primero buscaremos la trayectoria óptima del crecimiento del capital humano. Se utiliza (15) y (13) para obtener:

$$\frac{\dot{\theta}_2}{\theta_2} = \rho - \delta - \frac{\gamma}{1-\beta} * \delta * u \quad (23)$$

Cómo últimos pasos, se reemplaza desde (20) u en (23). Luego se iguala (22) y (23), eliminando así la tasa de crecimiento del precio del capital humano, y se resuelve para v en términos de κ . Luego se elimina κ entre esta misma ecuación lograda y (21). Así se obtiene el comportamiento de la tasa de crecimiento del capital humano para la solución del problema óptimo, que le llama v^* :

$$v^* = \sigma^{-1} \left[\delta - \frac{1-\beta}{1-\beta+\gamma} * (\rho - \lambda) \right] \quad (24)$$

Para la solución de equilibrio, en lugar de utilizar (15), se utiliza (16), por lo tanto, en lugar de (23), se obtiene:

$$\frac{\dot{\theta}_2}{\theta_2} = \rho - \delta \quad (25)$$

Y ahora, con el mismo procedimiento que se logró v^* , se obtiene con (25) en lugar de (23) la tasa de crecimiento para el problema de equilibrio del capital humano, que le llama v :

$$v = [\sigma(1 - \beta + \gamma) - \gamma]^{-1} [(1 - \beta)(\delta - (\rho - \lambda))] \quad (26)$$

Y aquí puede surgir la siguiente pregunta: ¿Cuál es la tasa máxima posible de crecimiento del capital humano? Es decir, cuando se dedica la totalidad del tiempo del individuo a la acumulación de este tipo de capital. Y eso se sabe por (10): δ . Por lo tanto, se impone esta restricción para (24) y (26), resultando:

$$\sigma \geq 1 - \frac{1-\beta}{1-\beta+\gamma} * \frac{\rho-\lambda}{\delta} \quad (27)$$

Esta restricción implica lo siguiente: el modelo no podrá tomar niveles de aversión al riesgo que sean muy bajos, esto quiere decir, una tasa de sustitución muy alta. Es decir, con un σ lo suficientemente cercano a 0 (cero), y una inversión en capital humano muy alta (δ), los individuos pospondrían el consumo siempre, generando un modelo con poca lógica y realidad. Cuando esta restricción (27) mantenga la igualdad, se cumplirá que $v = v^* = \delta$; y cuando se mantenga la desigualdad, $v^* > v$.

Como se mencionó previamente, (24) y (26), son las tasas de crecimiento constantes del capital humano para la solución óptima y para la solución de equilibrio, respectivamente. En ambas, un aumento de la inversión en capital humano (δ) genera un aumento en la tasa, y un aumento en la tasa de descuento (ρ) hace caer esta misma tasa. Y en cualquiera de los dos casos, la ecuación (21) determina la tasa de crecimiento del capital físico per cápita (como así también la del consumo). Si el efecto externo fuese igual a 0 (cero), entonces la tasa de crecimiento del capital físico sería igual a la tasa de crecimiento del capital humano (en la solución de equilibrio) (si $\gamma = 0, \Rightarrow \kappa = v$; si $\gamma > 0, \Rightarrow \kappa > v$), por lo que la externalidad induce un mayor crecimiento del capital físico por sobre el humano.

En el caso que $\sigma = 1$, la diferencia entre las tasas de crecimiento de capital humano para la solución óptima y la de equilibrio es:

$$v^* - v = \frac{\gamma}{1-\beta+\gamma} (\rho - \lambda) \quad (28)$$

Esto quiere decir que: la ineficiencia (diferencia entre ambas tasas), será menor cuanto más cercano a cero esté la externalidad (γ), y cuanto más chica sea la tasa de descuento $[(\rho-\lambda)]$.

Desde la condición de la productividad marginal del capital (18), se cambia $K(t)$ y $h(t)$ por sus variables normalizadas: $z_1(t) = e^{-(k+\lambda)t} * K(t)$ y $z_2(t) = e^{-vt} * h(t)$. Y aplicando la ecuación (21):

$$\left(\beta A N_0^{1-\beta} u^{1-\beta} \right) z_1^{\beta-1} z_2^{1-\beta+\gamma} = \rho + \sigma \kappa \quad (29)$$

Gráficamente, esta ecuación determina la siguiente curva (y comportamiento). Y es importante recordar que se está considerando la externalidad positiva, ya que tiene un fuerte impacto en la derivada segunda de la curva:

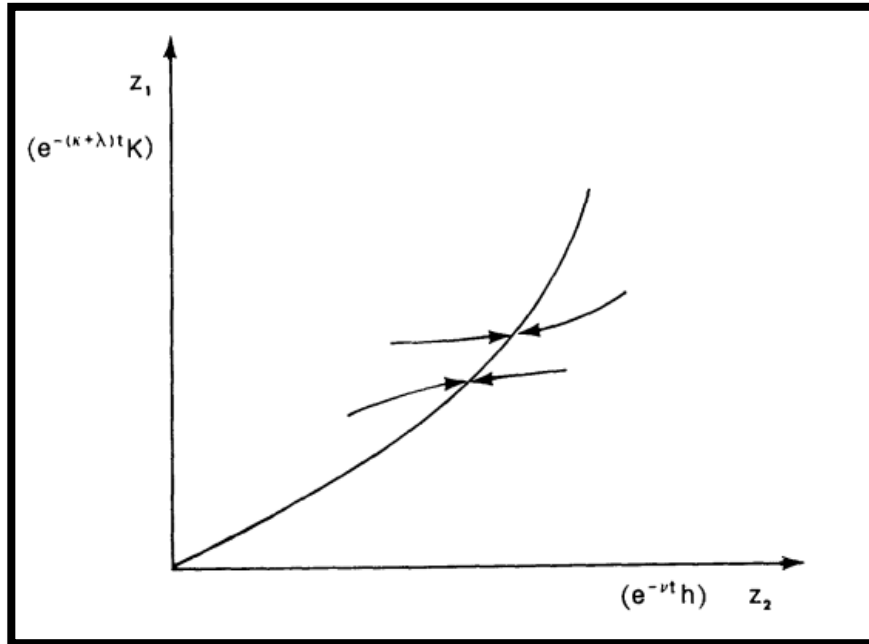


Gráfico 6. Obtenido del artículo “On the Mechanics of economic development” (1988) de Robert Lucas

La forma de la curva estará determinada por el valor de la externalidad, en el gráfico se observa que es mayor a cero. Si no hubiese un efecto externo del capital humano, la curva sería lineal desde el origen. Por otro lado, la posición de la curva depende de los valores de u y κ , que a través de (20) y (21) y expresados a partir de ν , se puede determinar que será este último el que generará traslados de la curva. Entonces, una economía más eficiente (óptima) tendrá mayores niveles de capital humano dado cualquier valor de capital físico ya que: $\nu^* > \nu$.

La dinámica es simple, y es la que se ve en el gráfico. El equilibrio (para cualquiera de las dos soluciones) se dará en el algún punto de la curva, pero aquí lo importante son las dotaciones iniciales de capitales tanto humano como físico. Los países que empiecen con niveles bajos de ambos capitales permanecerán siempre por debajo de los países con mayores dotaciones.

Como se observa en (29), el producto marginal del capital físico y humano son constantes en la curva y a lo largo del tiempo, más allá de que ambos capitales estén creciendo. Y, en la suposición de no externalidad, la tasa de crecimiento del salario real en función de la habilidad del trabajador (Producto marginal del trabajo) es también constante. En cambio, con externalidad positiva el salario va aumentando a medida que nos movemos hacia arriba en la curva. La elasticidad de la curva es:

$$\frac{K}{w} \frac{\partial w}{\partial K} = \frac{(1+\beta)\gamma}{1-\beta+\gamma} \quad (30)$$

Por lo que países más ricos, tienen mayores salarios, para cualquier nivel de habilidades o capacidades (lo contrario para los países más pobres). Aunque, es muy común que los trabajadores en los países más ricos tengan mayores habilidades/conocimientos/capacidades que los trabajadores de los países pobres. Y en todos los países, los salarios crecen a la siguiente tasa:

$$\omega = \frac{\gamma}{1-\beta} v \quad (31)$$

Ahora teniendo el aumento de las habilidades (v), los salarios crecen:

$$\omega + v = \frac{1-\beta+\gamma}{1-\beta} v = \kappa, \quad (32)$$

O, mejor dicho, a la misma tasa que crece el stock de capital físico per cápita.

IV- ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En este capítulo se mostrarán las tendencias/comportamientos de las variables incluidas en los modelos utilizados como marco teórico, indagando en las relaciones que pudieran existir entre ellas. Principalmente, el comportamiento de dos variables “clave” como lo son (o se espera sean) el crecimiento del PBI per cápita y el índice del capital humano. De esta manera, se podrán ir anticipando algunos de los resultados que se encontrarán en el capítulo 5 de análisis econométrico.

4.1 Crecimiento económico y Capital humano

En primer lugar, resulta útil, describir las variables como así también la metodología utilizada para su construcción que se incluyen en los modelos y que serán luego utilizadas en el análisis econométrico con el objetivo de aceptar (o rechazar) la hipótesis del presente trabajo. Estas variables son: la tasa de crecimiento del PBI entre los años 1960 y 2018; el índice de capital Humano de 2017 construido por el Banco Mundial; y la tasa de crecimiento del gasto gubernamental entre los años 1960 y 2018.

4.1.1. Tasa de crecimiento PBI per cápita promedio anual equivalente de 1960 a 2018

Esta variable se desarrolló a partir de los datos de la Penn World Table. La base de datos maneja la variable “PBI real a precios de 2011 constantes (en millones)” y por otro lado el número poblacional de los países. La metodología consistió entonces en dividir ese PBI total por la población de ese año ($PBI_{1960}/POBL_{1960}$) obteniendo el PBI per cápita de 1960, replicando la metodología para el año 2018.

Luego aplicando la siguiente fórmula:

$$\left[\left(\frac{PBI_{2018}}{PBI_{1960}} \right)^{\frac{1}{58}} \right] - 1 \quad (1)$$

El valor obtenido se multiplica por 100 y se obtiene el porcentaje del crecimiento anual promedio equivalente para cada país. Esta variable será la dependiente en la regresión, ya que muestra el crecimiento anual promedio que experimentó cada país en el periodo de 58 años considerado (1960-2018).

4.1.2. Índice de Capital humano de 2017

El índice de capital humano construido por el Banco Mundial calcula las contribuciones de la salud y educación en la productividad de un trabajador. El mismo tiene una escala de 0 (cero) a 1 (uno) y mide la productividad que tendrá en el futuro un niño nacido hoy en función de la brecha que existiera en el país entre salud total y educación completa frente a los valores que manejan realmente. La interpretación se muestra luego de detallar los componentes del índice.

El índice maneja tres componentes para determinar la productividad:

- Primer componente: **Supervivencia**. Se mide utilizando la tasa de mortalidad de niños menores a 5 (cinco) años.
- Segundo componente: **Escolarización**. Maneja cantidad y calidad de educación
 - Cantidad de educación: años de escolarización que se espera un niño complete al llegar a los 18 años. Se considera que el máximo de años de escolarización son 14 (desde el preescolar hasta terminar el secundario).
 - Calidad de educación: armonización de los resultados de distintas pruebas a nivel global (Resultados de Aprendizaje Armonizados). Toman los resultados de exámenes internacionales como lo son el TIMSS, el PIRL y el PISA¹⁴ (y otros).

Luego se realiza un ajuste de los años de escolarización (cantidad) multiplicando por los resultados armonizados, quedando así los años de escolarización ajustados.

- Tercer y último componente: **Salud**. Este incluye;
 - Tasa de supervivencia de los adultos: proporción de personas de 15 años que sobrevive hasta los 60 años.
 - Crecimiento saludable de los niños menores de 5 años. Utilizando las tasas de retraso del crecimiento (uno menos la proporción de niños menores de 5 años que se encuentran por debajo de la talla normal para su edad). Mide los riesgos a los que están expuestos los niños con retraso de crecimiento.

A partir de estos componentes se forma el índice, que indica la productividad que tendrá un niño que nace hoy en la fuerza laboral en el futuro, en función a los riesgos a la salud y educación que maneja cada país en el presente. Interpretándolo: un niño que nace hoy en un país con un ICH de 0.5, será solo la mitad de productivo de lo que podría ser si recibiera educación completa y servicios completos de salud. En otras palabras, el índice mide la productividad (Capital Humano) de generaciones futuras. En el Anexo

¹⁴ TIMSS: Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias; PIRL: Estudio Internacional de Alfabetización en Lectura; y el PISA: mide el rendimiento académico de los alumnos en matemáticas, ciencia y lectura.

III se desarrollan más interpretaciones sobre el índice, sobre su metodología y más información acerca de evidencia empírica.

4.1.3 Tendencias de las variables

En este apartado se mostrará el comportamiento de las variables previamente definidas.

Resulta interesante analizar el comportamiento de la tasa de crecimiento del PBI promedio anual equivalente entre los años 1960 y 2018 con un gráfico de dispersión. De esta manera se verá cuán distanciadas están las tasas para los distintos países, pudiendo intuir o no mayor desigualdad (Gráfico 7).

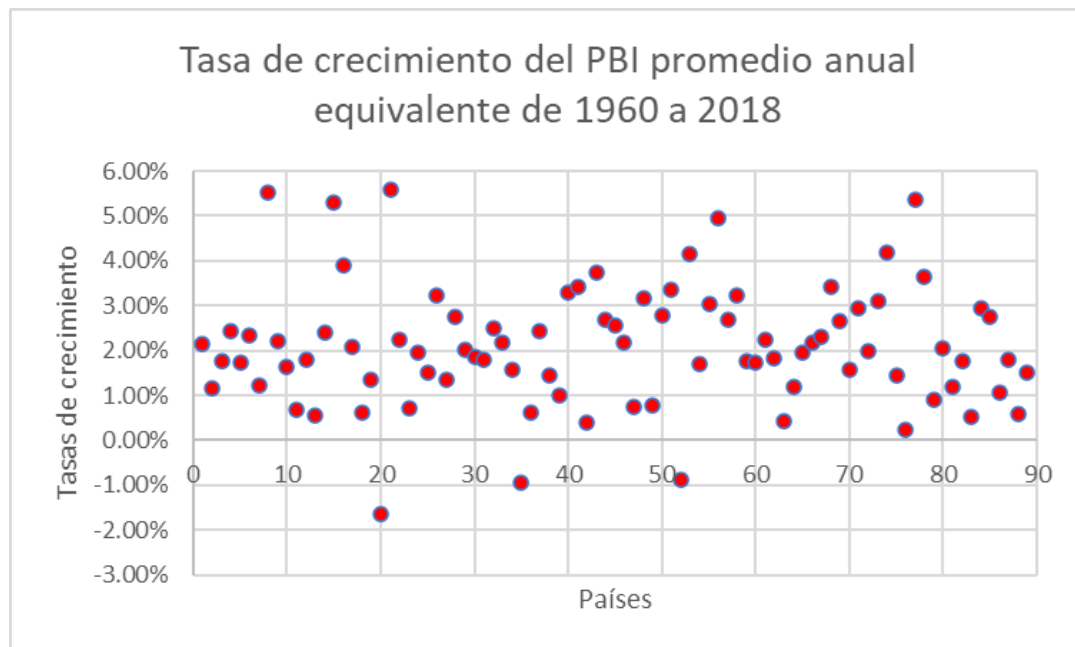


Gráfico 7. Gráfico de dispersión que muestra tasas de crecimiento promedio de los países desde 1960 hasta 2018. Están incluido los 89 países que aparecen en el Anexo I. Elaboración propia en base a datos de: Penn World Table.

Con las tasas de crecimiento en el eje de las ordenadas y cada país en el eje de las abscisas, se observa que la dispersión no es tan alta, salvo algunas excepciones. Por otro lado, se obtiene un promedio general del 2.095% de crecimiento del PBI per cápita de 1960 a 2018 para esta muestra de países. El crecimiento económico puede ser afectado por infinidad de variables, pero en esta investigación se centra el esfuerzo en algunas de ellas, y más específicamente en el índice de capital humano del año 2017. Resulta interesante mostrar el comportamiento de ambas variables en un mismo gráfico, ya que mostrar el índice

de capital humano para cada país en un gráfico diría poco si no se expone junto con el crecimiento. Por lo que se exhibe el siguiente gráfico:

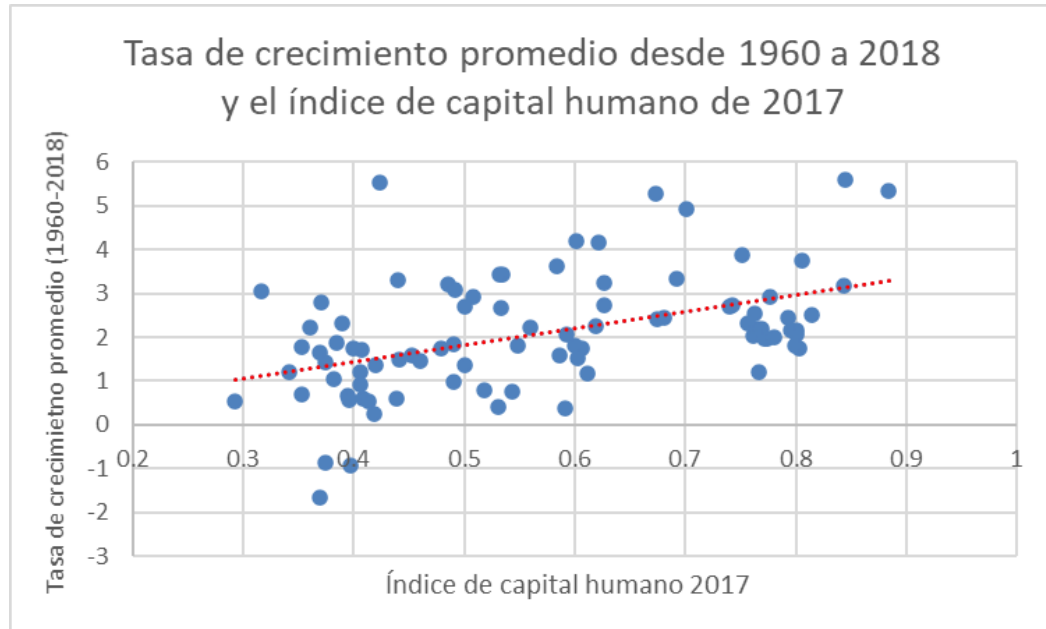


Gráfico 8. Gráfico de dispersión entre las tasas de crecimiento promedio (1960-2018) y el índice de capital humano de 2017. Elaboración propia en base a datos de: Penn World Table y Banco Mundial.

Observando el gráfico N°8 (ocho), se determina una relación lineal y positiva entre las variables, lo que permitiría adelantar los resultados que arrojará el análisis empírico. Dejándolo un poco más claro, este gráfico muestra que: los países que tienen un mayor índice de capital humano en 2017 son los que más crecieron a lo largo del período de 1960 a 2018.

4.2. Crecimiento económico y gasto gubernamental

Resulta interesante analizar el comportamiento conjunto de la variable de crecimiento económico junto con el la del gasto gubernamental. La primera variable ya se detalló, por lo que se procederá a explicar un poco la metodología de la restante.

4.2.1. Consumo del gobierno como participación del PBI per cápita Paridad del Poder Adquisitivo de 1960

Esta variable fue obtenida de la Penn World Table 9.1. La misma determina el consumo del gobierno como porcentaje del PBI per cápita de cada país. Se entiende por consumo a todo gasto que se realiza en la administración gubernamental, en la educación y en la salud (no incluye gastos relacionados a actividades en las cuáles intervenga el sector externo). Resulta interesante el uso de esta variable en el análisis econométrico, ya que se podrá determinar si los países que mayor gasto tuvieron en el año 1960 fueron los que más crecieron o los que menos crecieron, pudiendo sacar una conclusión importante acerca del rol del estado en la economía.

Pero, en este capítulo, quedaría con sabor a poco si se hace la comparación de una tasa de crecimiento económico anual (promedio de 1960 a 2018) con una variable que contiene solo un año (1960). Por lo que gracias a los datos que provee la Penn World Table, se pudo construir una tasa promedio del consumo gubernamental entre los años 1960 y 2017. La metodología fue la siguiente: la tabla provee los datos de la variable explicada con anterioridad para los años 1960 y 2017; los niveles de población para los años 1960 y 2017; y el PBI real a precios constantes de 2011 para los años 1960 y 2017. Por lo que se dividió para cada uno de los países sus niveles de PBI real por el de población para los años 1960 y 2017, y luego se multiplicó esto por la participación del consumo del gobierno en el PBI per cápita de los países. De esta manera fue posible obtener los valores de consumo del gobierno en términos monetarios. Y allí se aplicó la misma fórmula utilizada para obtener la tasa de crecimiento promedio anual equivalente con la ecuación (1).

4.2.2. Tendencias de las variables

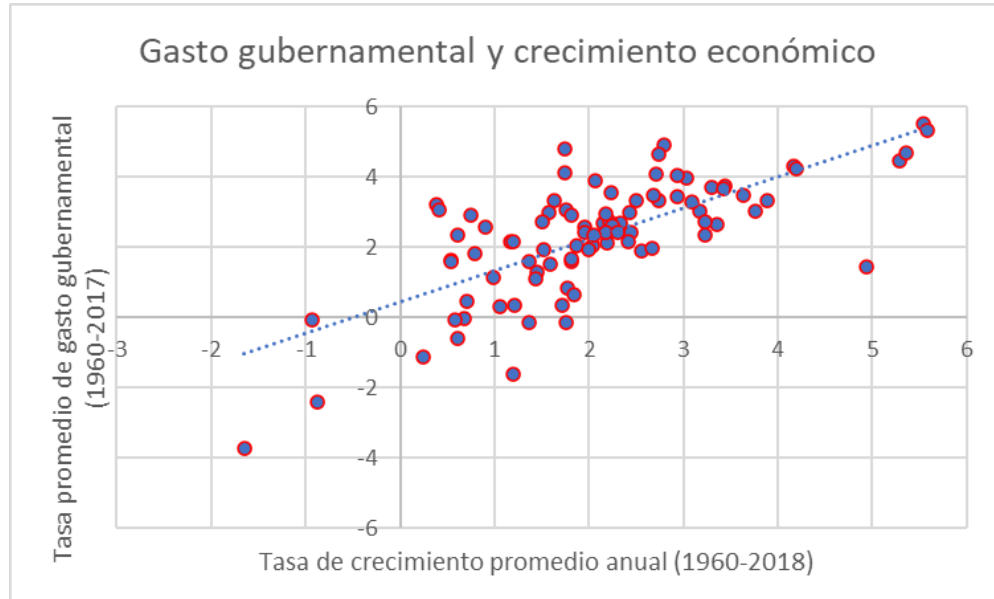


Gráfico 9. Dispersión entre tasa de crecimiento económico promedio (1960-2018) y consumo gubernamental promedio (1960-2017). Elaboración propia con datos de la Penn World Table.

Se puede observar una relación positiva entre las variables consideradas, lo que indicaría que un mayor consumo del gobierno en la economía tiene efectos positivos sobre el crecimiento. A partir de este primer análisis, se podría suponer que el gasto del estado considerado en la variable es de tipo productivo, que permite generar a futuro mayor capital fijo, mayor empleo, y, en consecuencia, una mayor producción. En conclusión, se estaría en presencia en un estado más eficiente, que tiene gastos productivos. Vale aclarar que la conclusión es a nivel global, pudiendo existir casos particulares donde esto no se cumpliría.

4.3 Análisis de convergencia

Se procederá a mostrar las tendencias de las dos convergencias que ya fueron mencionadas con anterioridad en el trabajo. Estas son la β -convergencia y la σ -convergencia. En términos generales, ambas convergencias hacen referencia a los distintos niveles de PBI que presentan los países. Más en detalle, se analizará el comportamiento por separado de cada una.

La beta-convergencia, en caso de cumplirse, significaría que los países que más ingresos tenían en un momento “t” del tiempo, han crecido menos, en términos de PBI per cápita, que los países que menos ingresos tenían en el momento “t”, en un período “t+n”.

Para ello, se expone el siguiente gráfico, donde se compara el nivel de PBI per cápita en el año 1960 (con la variable logaritmo del PBI per cápita del año 1960) con la tasa de crecimiento anual promedio equivalente entre los años 1960-2018. De esta manera, se observa si los países con mayores ingresos en el año 1960 han sido los que menos crecieron en términos económicos en el período previamente mencionado.

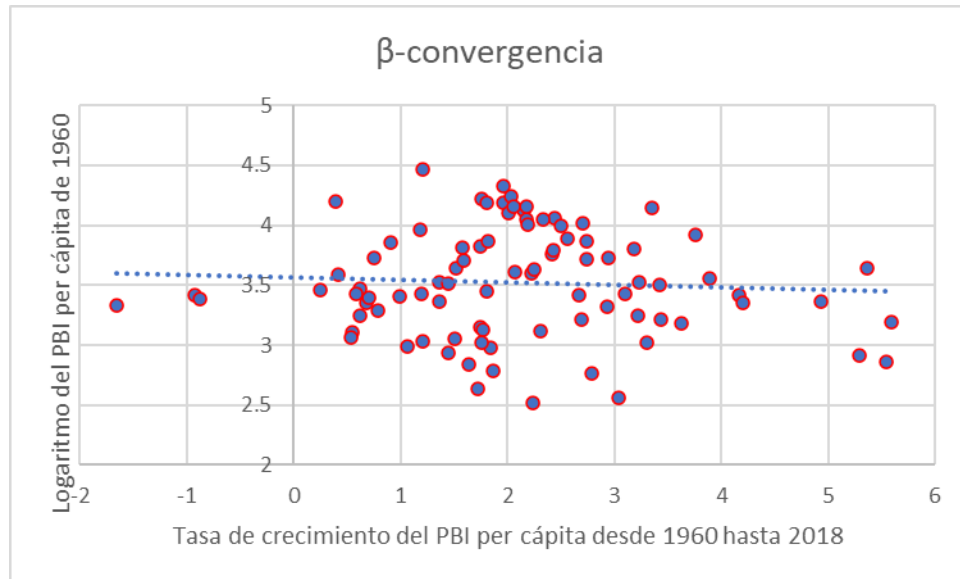


Gráfico 10. Beta-convergencia. Elaboración propia en base a datos de la Penn World Table.

Si se observa en detalle la línea de tendencia, se podría decir que va en caída. Lo que querría decir que los países con mayores niveles de PBI per cápita en el año 1960 (eje vertical) son los que menores tasas de crecimiento poseen (eje horizontal). Aunque no se puede hacer una afirmación concreta, por lo que se volverá a tratar la β -convergencia en el capítulo de análisis empírico.

Por otro lado, la sigma-convergencia, dice que la dispersión entre los distintos niveles de PBI per cápita entre países disminuye a lo largo del tiempo:

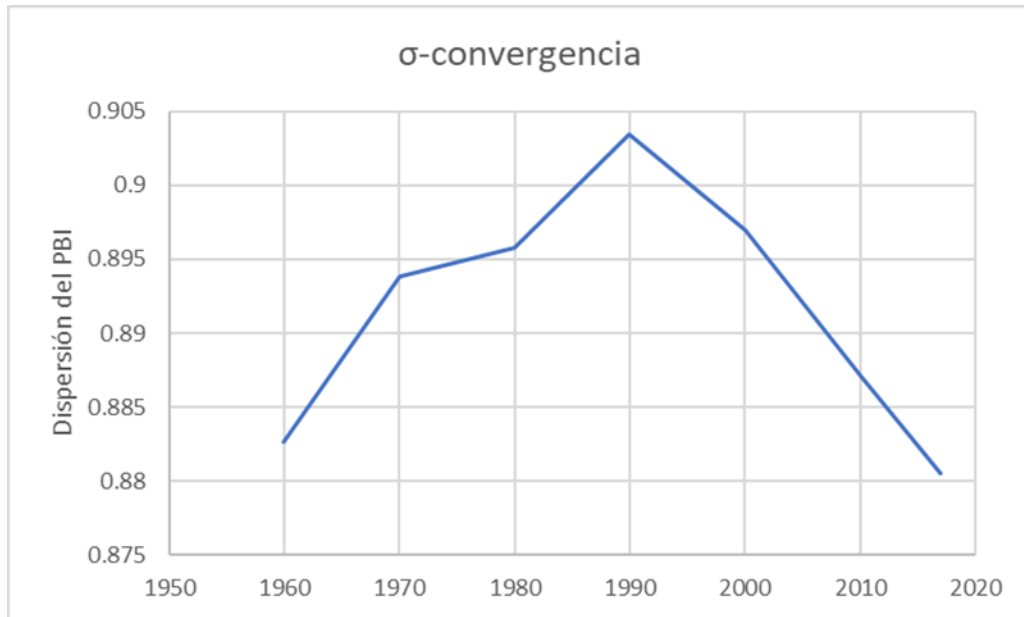


Gráfico 11. Probando la sigma convergencia a partir de la desviación estándar de los ingresos entre los años 1960 y 2017. Elaboración propia en base a datos de: Penn World Table.

La σ -convergencia, en caso de cumplirse, determina que la dispersión de los PBI per cápita de los países fue disminuyendo a lo largo de un determinado período de tiempo (en este caso desde 1960 hasta 2018). Observando el gráfico vemos como desde 1960 hasta 1990 la dispersión aumentó, pero luego comenzó a declinar hasta 2018¹⁵.

Se puede concluir que en nuestro análisis se verifica la sigma-convergencia, o, en otras palabras, la desigualdad entre los distintos niveles de ingresos de los países cayó desde 1990 hasta 2018. Más allá se encontró un nivel de dispersión bastante alto, como vemos el último dato, muestra una dispersión promedio de casi 0.88.

¹⁵ Esta teoría se prueba de la siguiente manera: primero se toma el PBI de cada país, luego se hace el logaritmo de ese número, y cuando se tiene el de todos los países se toma la desviación estándar de estos últimos. Este análisis pudo hacerse con un total de 111 países, es decir se incluyen algunos que no están presentes en las regresiones.

V- ANÁLISIS EMPÍRICO

En este apartado se procederá a mostrar el análisis econométrico, con el cual se busca alcanzar el propósito principal del trabajo de investigación: determinar la significancia y efecto que genera el capital humano en el crecimiento económico de los países. Con definiciones, teorías y modelos, se ha realizado lo posible para situar en el contexto al lector, y sin más que añadir, se procederá a mostrar los resultados obtenidos a partir de datos reales.¹⁶

Con datos obtenidos principalmente de la base de datos del Banco Mundial, y de la Penn World Table, se obtuvieron datos sobre diversas variables para 89 países. Para realizar el análisis econométrico se utilizó el programa EViews 10 Lite.

El análisis econométrico busca verificar (o no) la hipótesis planteada en el trabajo. Por lo tanto, primero se definen las variables utilizadas (obtención, metodología, significado), luego se realiza el análisis econométrico, y finalmente se elige la regresión definitiva.

Las variables que se utilizaron fueron:

- Tasa de crecimiento promedio anual equivalente entre los años 1960 y 2018: Esta es la variable dependiente, y mide el crecimiento promedio entre los años 1960 y 2018 de los países. Se planteó de esta forma para poder hacer el análisis con el método de sección cruzada.
- logPBI60: Logaritmo del PBI en el año 1960. La variable fue obtenida de la Penn World Table, y se transformó en logaritmo para que el resultado arroje un número razonable. Se utilizó principalmente para probar la beta-convergencia. En caso de signo negativo, indicaría que los países que más ingresos tenían en 1960 fueron los que menos crecieron entre los años 1960 y 2018 (se cumpliría la beta-convergencia).
- Khumano17: El índice de capital humano construido por el Banco Mundial. Previamente se realizó una definición detallada sobre sus componentes, y lo que busca medir es la productividad futura que tendrá un niño que nazca hoy en un país. El índice oscila entre los extremos 0 y 1, siendo 0 un nivel muy bajo, y 1 un capital humano muy alto. Si el índice fuera de 0.5 en un país, el niño sería la mitad de productivo de lo que podría ser si pudiera acceder a

¹⁶ Vale aclarar que las regresiones econométricas se realizaron con el Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). En caso de que al lector le surja una duda, se recomienda consultar el siguiente libro: “Econometría”; D. Gujarati, D. Porter; 2010; McGraw Hill; México D.F.

servicios de salud y educación completa. Se espera signo positivo, indicando que un mayor índice de capital humano (más educación y salud), genere mayores tasas de crecimiento¹⁷.

- **InversionPBI17**: Inversión en el año 2017 como porcentaje del PBI total de un país, y de acuerdo a la teoría económica, se espera un signo positivo del coeficiente que lo acompaña, indicando que mayores niveles de inversión conlleven una tasa de crecimiento más alta.
- **logKfijo60**: Logaritmo del capital fijo (medido en términos monetarios) para el año 1960. Se aguarda una relación positiva, siguiendo la teoría económica (más específicamente a Solow y Swan, 1956) mayores niveles de capital físico generan más inversión, y por tanto un nivel más alto de producción, ergo, un mayor crecimiento.
- **Tasafertil60**: Tasa de fertilidad del año 1960 medida como nacimientos por mujeres en edad para concebir a un niño. Se espera un signo negativo, ya que altas tasas de fertilidad indicarían un mayor crecimiento de la población, y por lo tanto, menos niveles de ingresos per cápita.
- **Latinoamérica y África**: Son variables dicotómicas (es decir que toman el valor 1 si el país pertenece a la región de la variable, y 0 en caso contrario). Se incluyen en el análisis a fin de identificar algún comportamiento particular de los países ubicados en esas zonas, y que sea diferente al comportamiento que presentan los países de otras regiones. En el análisis empírico de Xala-i-Martin (2000) se hallaron signos negativos para los países ubicados en esas zonas, por lo que se podría esperar lo mismo del realizado en este trabajo.
- **PBIpcpartegov60**: Variable que explica el consumo del gobierno como parte del PBI per cápita en el año 1960. Se entiende consumo a todo gasto del gobierno excluyendo lo que se relacione con el sector externo. El signo dependerá de la eficiencia que haya tenido el gasto del gobierno, y de lo productivo que haya sido (si contribuyó a mayores niveles de producción o no).
- **Ingreso Alto e Ingreso Bajo**: Son variables dicotómicas que toman el valor 0 o 1, cuyo objeto es indicar el desempeño de los países con mayores/menores ingresos en la actualidad en materia de crecimiento. Un signo positivo en la dicotómica de Ingresos Bajos, estaría diciendo que los países con menores ingresos per cápita en el 2018, fueron los que más crecieron de 1960 a 2018; por lo cual se constituye otra manera de expresar la beta-convergencia.
- $n + \delta$: La suma de la tasa de crecimiento de la población promedio anual equivalente entre los años 1960 y 2017 y de la tasa de depreciación del capital físico. Esta última se considera igual al 5%, siguiendo los lineamientos de Xala-i-Martín (2000). Se espera un signo negativo para esta variable. Mayores niveles de población indican menos ingresos per cápita para el resto de

¹⁷ Esta es la principal variable representativa del capital humano. Para mostrar al lector que se tuvieron en cuenta otras proxies, ir al Apéndice IV, donde se realizan regresiones con otras variables representativas del capital humano.

la población, y altas tasas de depreciación del capital significaría que se necesita realizar más esfuerzos para reponer el capital físico que se deteriora con más rapidez.

- *Tasadeahorro60*: Tasa de ahorro de 1960, a partir de datos de la Penn World Table, se siguió la siguiente metodología: con el PBI de 1960, y el consumo de las familias y los gobiernos de 1960, se restó el primero del segundo y a eso se lo consideró el ahorro de cada país. Ese monto se tomó como porcentaje del PBI quedando así la variable. Y de la misma se espera un signo positivo, ya que mayores tasas de ahorro se traducen en mayores niveles de inversión en el futuro.

Con estas variables, la ecuación que incluye a todas es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 &Tasacrecim_{1960-2018} \\
 &= \beta_0 + \beta_1 * \log PBI_{60} + \beta_2 * KH_{17} + \beta_3 * InvPBI_{17} + \beta_4 * \log Kfijo_{60} + \beta_5 \\
 & * Tasafertil_{60} + \beta_6 * Latinoam + \beta_7 * \text{África} + \beta_8 * GobPBI_{60} + \beta_9 * IA \\
 & + \beta_{10} * IB + \beta_{11} * (n + \delta) + \beta_{12} * TasaAhorro_{60}
 \end{aligned}$$

La Tabla N°5 (cinco) muestra algunas de las regresiones realizadas con las distintas variables que se utilizaron. Las expuestas fueron seleccionadas entre otras muchas realizadas en base a los resultados obtenidos con las que no se encuentran en el trabajo. Las mismas detallan el valor del coeficiente beta asignado a cada una y en paréntesis el t-valor para analizar la significancia individual de cada variable. Al final del cuadro, se encuentra el R2 ajustado para cada una de las regresiones, el valor del estadístico F que mide principalmente la significancia global de los coeficientes estimados, y finalmente el valor del Durbin-Watson que sirve para detectar la presencia o no de autocorrelación de los residuos. Además, en el Anexo II se encuentran las pruebas realizadas a todas las regresiones para detectar algunos problemas como lo son: la multicolinealidad, la heteroscedasticidad, la comprobación de la distribución normal de los residuos y la especificación del modelo¹⁸. Por último, estas regresiones serán capaces de medir correlación y no causalidad, por lo que el análisis hace énfasis en este sentido.

¹⁸ Se realiza: el cuadro de correlación de las variables (p/ multicolinealidad); el test de White (p/heteroscedasticidad); Histograma (para probar distribución normal de los residuos); y test de Ramsey (para especificación del modelo).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Constante	2.738821 (2.400120)	6.518158 (4.667018)	6.565084 (5.851867)	8.876405 (7.871930)	10.64284 (5.609306)
logPBI60	-0.182661 (-0.568425)	-2.697575 (-7.618754)	-2.702851 (-8.301758)	-3.275215 (-11.03257)	-3.133494 (-8.342609)
Khumano17		9.565009 (9.144667)	8.318718 (7.719651)	7.866868 (7.578530)	8.118932 (7.196092)
InversionPBI17		0.018324 (1.351292)	0.014771 (1.100540)	0.013434 (1.199389)	0.013704 (1.031558)
LOGKfijo60		-0.119582 (-0.923696)			
Tasafertil60		-0.046601 (-0.577660)			
Latinoamérica			-0.027634 (-0.083117)		
África			-0.545066 (-1.805284)		
PBIpcpartegov60			1.144428 (1.649675)	0.682455 (1.150709)	
IngresoAlto				0.384990 (1.201453)	
IngresoBajo				-1.574417 (-6.104773)	
$n + \delta$					-38.15964 (-2.347761)
Tasadeahorro60					0.006876 (1.866848)
<i>R²ajust.</i>	-0.007752	0.597636	0.611640	0.722835	0.629957
<i>Estadístico F</i>	0.323107	27.14149	24.09894	39.25010	30.96199
<i>Durbin-Watson</i>	2.154917	2.098478	2.227026	1.882887	2.034825

Tabla 5. Elaboración propia, con resultados obtenidos con el programa econométrico EViews Lite 10

En la regresión número 1 (uno), se quiso probar la β -convergencia absoluta, que afirma que los países con menores niveles iniciales de PBI son los que más han crecido a lo largo del tiempo (en este caso de 1960 a 2018). Para ello se realiza la regresión considerando como variable independiente sólo el logaritmo del PBI per cápita de 1960, y se observa un signo negativo, lo que indicaría que los países con mayores ingresos (menores ingresos) en el año 1960 fueron los que menos (más) crecieron en el período desde 1960 hasta 2018. Sin embargo, el coeficiente no es estadísticamente significativo, por lo que considerar que existe beta-convergencia absoluta sería un error. Además, presenta un valor de R2 demasiado bajo, indicando una relación muy baja entre la variable dependiente y la independiente (logPBI60).

En la segunda regresión, además del logaritmo del PBI del año 1960, se consideran como variables explicativas las siguientes: el índice de capital humano del año 2017, la inversión como porcentaje del PBI del año 2017, el logaritmo del capital fijo del año 1960 y la tasa de fertilidad del año 1960. Los resultados muestran que el logaritmo del PBI de 1960 es estadísticamente significativo y con signo negativo, por lo que se concluye que la beta-convergencia se cumple de manera condicional (en presencia de otras variables que acompañen). Se incluyó el índice de capital humano de 2017 (Khumano17) obtenido del banco mundial, el cual presenta un signo positivo y un nivel alto de significancia. Esto quiere decir que los países con mayor capital humano en el año 2017 son los que más han crecido a lo largo del tiempo (se podría analizar como una inversión a lo largo del tiempo que les dejó este nivel de capital y les retribuyó con mayor crecimiento). Se incluye a la inversión como porcentaje del PBI del año 2017 y tiene un signo positivo (a mayor inversión mayor crecimiento) pero no es estadísticamente significativa como variable explicativa del crecimiento. El logaritmo del capital fijo de 1960 tampoco es significativo y tiene signo negativo, generando sorpresa, ya que se sustentaba en el modelo clásico de Solow (y la mayoría de los modelos de crecimiento) que tienen al capital fijo como un gran aporte al crecimiento económico de los países. Y finalmente se incluye la tasa de fertilidad que tiene el signo esperado (negativo) (ya que existe la teoría que a mayor crecimiento de la población menos “torta” hay para repartir lo que indica menor crecimiento del PBI per cápita), aunque no es estadísticamente significativa. Resulta interesante analizar la significancia global de las variables, donde se plantea como hipótesis nula que todos los coeficientes son iguales a 0 (cero). En este caso el valor crítico (con 5 grados de libertad) resulta ser 6.26, y el estadístico F para esta regresión es igual a 27.14, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se afirma que existe por lo menos un coeficiente distinto de cero (es decir, por lo menos una de las variables independientes es adecuada para explicar a la dependiente). Por otro lado, se presenta el valor del Durbin-Watson, estadístico que sirve para medir la autocorrelación de los residuos, es decir, si existe relación entre las perturbaciones

de las distintas observaciones. Esto podría generar que los estimadores generados no sean los más eficientes. La prueba de Durbin-Watson consiste en comparar el estadístico de la regresión con dos valores críticos (en función de las observaciones y de las variables explicativas) d_l y d_u . No existe correlación de ningún tipo (positiva o negativa, según la tendencia que muestren los residuos correlacionados) si: $d > d_u$ y $(4 - d) > d_u$ (positiva y negativa respectivamente). En este caso el estadístico es igual a 2.098, y los valores críticos son: $d_l = 1.542$ y $d_u = 1.776$; concluyendo que no existe problema de autocorrelación de los residuos.

Sintetizando los resultados que se obtienen en el Anexo II, esta regresión presenta altos niveles de correlación entre las siguientes variables: Khumano17-logKfijo60; Khumano17-Tasafetil60; Tasafertil60-LogKfijo60; lo que implica que se estaría en presencia de multicolinealidad, afectando el efecto directo de cada una de las variables sobre la dependiente. Por otro lado, las varianzas de los residuos son homoscedásticas, los residuos tienen una distribución normal, y el modelo está bien especificado.

En la regresión número 3 (tres), se observan los mismos resultados que las variables de la regresión anterior y se incluyen tres variables más. Dos de ellas son las dicotómicas que representan los continentes de África y Latinoamérica. Como se vio en el análisis descriptivo, se observa que a ambas variables las acompañan coeficientes con signos negativos. Era lo que se esperaba, a partir de los resultados obtenidos por Xala-i-Martin (2000) donde no le encontró razones exactas para que los países ubicados en esas zonas presenten mayores dificultades para crecer que el resto del mundo. Más allá de esto, los coeficientes no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar con seguridad la misma conclusión obtenida por Xala-i-Martin. Finalmente, se incluyó el consumo del gobierno en 1960 expresado como porcentaje del PBI per cápita de cada país. La misma presenta un signo positivo, indicando que el gasto del gobierno se puede considerar como productivo ya que afectó positivamente al crecimiento (variable explicada). Sin embargo, esta variable tampoco resulta estadísticamente significativa, por lo que no se puede utilizar como variable que explique el crecimiento económico de los países. Luego, analizando la significancia global, se observa un estadístico F con valor igual a 24.09, que supera al valor crítico para esta regresión que es igual a 4.95. Entonces se rechaza la hipótesis nula y se puede decir que existe por lo menos una variable en esta regresión que explica el crecimiento económico de los países. Y el último estadístico a analizar, es el Durbin-Watson. Con un valor igual a 2.23, siendo sus dos valores críticos iguales a $d_l = 1.518$ y $d_u = 1.801$; se rechaza entonces la presencia de autocorrelación de los residuos. Por otro lado, en el Anexo II se encuentra una alta correlación entre las variables de capital humano (Khumano17) y la dicotómica que representa a los países africanos (África), es decir, existe multicolinealidad. Cuando una solución sería eliminar la dicotómica, se detecta primero que los residuos de esta regresión no están normalmente

distribuidos, por lo que las estimaciones dejan de ser correctas. Es decir, los resultados de la regresión dejan de ser evidencia empírica para la variable dependiente.

En la cuarta regresión, no se incluyen las variables dicotómicas que determinaban la ubicación de los países, pero sí otras dos que representan el nivel de ingresos de los países en 2018. Se busca analizar si los países que mayores ingresos per cápita (menores ingresos per cápita) en el 2018 fueron los que más crecieron a lo largo del período analizado (o no). La variable *IngresoAlto* presenta signo positivo y la variable *IngresoBajo* signo negativo, lo que se interpreta de la siguiente manera: los países con mayores ingresos per cápita en el año 2018 fueron los que más crecieron a lo largo del período de 1960 hasta 2018, y los países con menores ingresos per cápita en el año 2018 fueron los que menos crecieron en el mismo período. No obstante, la variable *IngresoAlto* no es estadísticamente significativa, pero la variable *IngresoBajo* sí es estadísticamente significativa. Haber agregado estas variables podría considerarse sin sentido, pero la conclusión era probar estadísticamente que si los países que más crecieron desde 1960 hasta 2018 son los que mayores ingresos per cápita tenían en 2018. Igual para los que menos crecieron y menos ingresos per cápita tenían en 2018. En términos de significancia global, esta regresión presenta un estadístico F con valor igual a 39.25, superando al valor crítico asignado que es igual al de la regresión anterior (4.95), y se podría decir que supera en términos de significancia a la misma. Por otro lado, el Durbin-Watson arroja un valor igual a 1.88, que supera los valores críticos (que son iguales a los de la regresión anterior), en tanto no existe evidencia de autocorrelación. En el Anexo II se detecta multicolinealidad entre la variable dicotómica de *IngresoAlto* y *Khumano17*, y, por otro lado, al realizar el Test de White una de las pruebas arroja una probabilidad bastante baja, indicando la presencia de heteroscedasticidad de los residuos. Debido a esto, se decide eliminar la variable dicotómica *IngresoAlto*, y para sorpresa del investigador, no solo se elimina el problema de multicolinealidad, sino también el de la heteroscedasticidad (además, los residuos están normalmente distribuidos y el modelo bien especificado). Esta nueva regresión repite los resultados de significancia global, signos de las variables, significancia individual, la no existencia de autocorrelación de los residuos, y arroja un R^2 ajustado igual a 0.737. En definitiva, la regresión N°4 no presentaría problemas econométricos¹⁹.

En la última regresión presentada, se incluyen las variables del logaritmo del PBI de 1960, el índice de capital humano de 2017 y la inversión como porcentaje del PBI de 2017. Los resultados para estas variables son los esperados (todas con signo positivo). Y salvo la inversión como porcentaje del PBI en el año 2017, las otras dos son estadísticamente significativas. Se agregan dos variables que fueron la base del modelo de Solow: la tasa de ahorro (en 1960) y la sumatoria de la tasa de crecimiento de la población y la depreciación del capital. Observando los resultados, la sumatoria de la tasa de crecimiento de la población

¹⁹ Consultar Anexo II para más información sobre resultados, y análisis de los problemas econométricos.

y la depreciación del capital tienen signo negativo y además es una variable significativa, por lo que cumple con la teoría de Solow. Por otro lado, la tasa de ahorro de 1960 tiene signo positivo (a mayor ahorro, mayor inversión para aumentar el stock de capital fijo y así crecer), no obstante, presenta un valor t igual a 1.86 por lo que no es una variable estadísticamente significativa para explicar el crecimiento económico en este análisis. Además, en términos de significancia global, presenta un estadístico F igual a 30.96, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes estimados son iguales a cero. Analizando la autocorrelación de residuos, con un Durbin-Watson igual a 2.03, y valores críticos iguales a $d_l = 1.542$ y $d_u = 1.776$, se rechaza la posible existencia de autocorrelación. Aunque se encuentra una alta correlación entre la variable de capital humano ($K_{humano17}$) y la suma de tasas del modelo de Solow (" $n + \delta$ "), por lo que se estaría en presencia de multicolinealidad. En el Anexo II se elimina la variable de suma de tasas, y en el procedimiento de realizar las otras pruebas se encuentra que existe heteroscedasticidad²⁰. Por otro lado, los residuos están normalmente distribuidos y el modelo está bien especificado.

Por último, cabe aclarar que los valores del R^2 ajustado de todas las regresiones es bastante elevado y aceptable como para confirmar que las variables utilizadas son suficientes (dentro de la disponibilidad de variables y datos) como para explicar el crecimiento económico y analizar el comportamiento de las distintas variables independientes en el mismo. Además, en el Anexo II, se realizaron todas las pruebas para detectar problemas de multicolinealidad, heteroscedasticidad y de mala especificación del modelo (falta de variables o funcionalmente).

La regresión N°4 modificada termina siendo la regresión elegida como definitiva; la que surge a partir de la eliminación de la variable Ingreso Alto debido a problemas de correlación con la variable de capital humano ($K_{humano17}$) (especificado en el Anexo II). Además, al eliminar esta variable, se elimina el problema de heteroscedasticidad que la regresión poseía. Por lo tanto, la regresión final es:

$$\begin{aligned} \text{tasacrecimiento}_{1960-2018} &= \beta_0 + \beta_1 * \log PBI_{1960} + \beta_2 * K_{humano}_{2017} + \beta_3 * InversionPBI_{2017} + \beta_4 \\ &* PBIpcpartegov60 + \beta_5 * IngresoBajo \end{aligned}$$

El análisis econométrico de la regresión anterior está detallado en el Anexo II.

²⁰ En el Anexo II se detalla cómo resolver el problema.

VI- CONCLUSIONES

Al comenzar con el trabajo, el propósito fue encontrar los determinantes del crecimiento económico haciendo foco en la importancia del capital humano como motor del crecimiento. En este sentido, vale recordar que se entiende al capital humano como las habilidades y capacidades de las personas, o, mejor dicho, dentro de la función de producción, de la fuerza laboral.

Para llevar adelante el trabajo, se tomó como marco teórico el modelo de crecimiento de Robert Lucas, el que prueba que niveles mayores de capital humano, generan mayores niveles de capital físico, y por lo tanto un mayor crecimiento económico. Siguiendo esta línea de pensamiento, se tomaron como antecedentes los trabajos empíricos de Barro (1991) y de Neira (2007); y en base a ellos en este trabajo se realizó un nuevo análisis econométrico, utilizando una variable para capital humano que no ha sido utilizada con anterioridad. Esta variable es el índice de capital humano, construida por el Banco Mundial, que se basa no sólo en la educación (cantidad de años educativos y calidad de los mismos) sino que también supervivencia y salud.

Dicho esto, y con los resultados obtenidos, se puede afirmar que existen muchas oportunidades para que los países se dediquen a mejorar cada uno su índice, es decir, mejorar y aumentar las habilidades de su fuerza laboral. Esto es, mejorando y promoviendo la educación, y no solo en cantidad sino en calidad (tal cómo detalla el índice); y ampliando el sector de la salud, otorgando un mayor abanico para las personas que no tienen fácil acceso a la misma. Claramente, el propósito de este trabajo no es diseñar medidas de política económica para mejorar estos aspectos, sino probar que este aspecto es muy importante para el logro del crecimiento de los países.

Por otro lado, también se realizaron regresiones incluyendo otras variables que en algunos casos resultaron no significativas y determinantes del fenómeno en cuestión. Las conclusiones a las que se pudo arribar fueron previamente explicadas, pero la variable que llamó más la atención fue la encargada de probar la β -convergencia. El logaritmo del PBI en el año 1960 dio en todas las regresiones signo negativo, resultando ser significativamente distinta de cero en aquellos casos en los cuales estuvo acompañada de otras variables. Resulta interesante observar que, a lo largo del tiempo, los países que mayor PBI per cápita tenían en 1960 son los que menos crecieron a lo largo de estos 58 años. Esto quiere decir, sea al ritmo que

sea, que la desigualdad de ingresos entre países está cayendo, es una buena señal, aunque habría que ser cuidadosos por lo siguiente: primero no se conoce el ritmo de crecimiento de los países más pobres en 1960; segundo, no se conoce con certeza la diferencia de ingresos entre los que más tienen y los que menos; y tercero y último, hablar de ingresos per cápita no es la única medida de bienestar de un país.

En base a esto último, las Naciones Unidas comenzó un programa en el año 2015, con la meta de lograr 17 objetivos para el año 2030. Sin entrar en detalle en cada uno de los objetivos, el mensaje general del organismo es que aumentar los ingresos per cápita no es la solución para los problemas de desigualdad existentes en el mundo (a diferencia de lo que planteaba Robert Lucas). Es por ello, que plantea muchos objetivos que se relacionan con: la educación, la salud, el cuidado del medioambiente, igualdad de género, mejorar las estructuras productivas de las economías, y más²¹. Y estas tareas se las encomendó principalmente a los gobiernos, pero también a cada ciudadano en colaborar para ser mejores. Por ello se puede resaltar cómo el presente trabajo da letra al programa de las Naciones Unidas, explicando cómo variables fuera de los determinantes comunes (capital físico), son capaces de mejorar la performance de los países.

Resumiendo, el objetivo del trabajo fue probar la relevancia del capital humano en el crecimiento económico de los países entre los años 1960 y 2018, y se logró. Además, va de la mano de la tendencia mundial, donde se comienzan a observar otros factores para lograr un mayor progreso económico, por lo que aparece otra justificación de por qué realizar el mismo.

²¹ Se puede conocer más visitando el siguiente link en la página de las Naciones Unidas:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

VII- REFERENCIAS

- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Antoni Bosch: Barcelona
- Neira, I. (2007). *Capital humano y desarrollo económico mundial: Modelos econométricos y perspectivas*. Estudios Económicos de desarrollo internacional, volumen 7 (N°2), pp 53-80.
- Acevedo M., Gutiérrez I., Maya J., González N., Mejía T. *Capital humano: Una mirada desde la educación y la experiencia laboral*. Universidad EAFIT, Cuadernos de investigación, volumen 56 (N°042007), pp 1-31.
- Barro R., 1991. *Economic Growth in a Cross Section of countries* (“Crecimiento económico en una sección cruzada de países”). The Quarterly Journal of Economics, volumen 106 (N°2), pp 407-443.
- Lucas R., 1988. *On the mechanics of economic development* (“Sobre las mecánicas del desarrollo económico”). Journal of Monetary Economics, volumen 22, pp 3-42.
- Kraay A., Gatti R. 2019. *Proyecto de capital humano*. Grupo Banco Mundial: Washington D.C.
- Antunez Irgoin C.H. 2011. *Crecimiento económico: ejercicios de crecimiento económico*. http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55650.pdf
- Gujarati D., Porter D., 2010. *Econometría*. McGraw-Hill: México D.F.
- Link sobre objetivos del desarrollo sostenible de las naciones unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Robbins, L. (1932). *Ensayo sobre la naturaleza y significación de la ciencia económica*. Bubok Publishing: Londres.
- Base de datos del Banco Mundial, fue obtenida del siguiente link: <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>
- Base de datos de la Penn World Table se obtuvo del siguiente link: <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/>

ANEXO I

En el siguiente cuadro se detallan los países utilizados en las regresiones econométricas. Vale aclarar que son el máximo número de observaciones agregadas en función de la disponibilidad de datos.

PAÍSES UTILIZADOS PARA ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y EMPÍRICO						
Alemania	Argentina	Australia	Austria	Bangladesh	Bélgica	Benín
Botsuana	Brasil	Burkina Faso	Camerún	Canadá	Chad	Chile
China	Chipre	Colombia	Comoras	R.de Congo	R.D.de Congo	R.de Corea
Costa Rica	Costa de Marfil	Dinamarca	Ecuador	Egipto	El Salvador	España
E.E.U.U.	Etiopía	Filipinas	Finlandia	Francia	Gabón	Gambia
Ghana	Grecia	Guatemala	Honduras	India	Indonesia	Irán
Irlanda	Islandia	Israel	Italia	Jamaica	Japón	Kenia
Lesoto	Luxemburgo	Madagascar	Malasia	Malawi	Malí	Malta
Marruecos	Mauricio	Mauritania	México	Mozambique	Nepal	Nicaragua
Nigeria	Noruega	Países Bajos	Pakistán	Panamá	Paraguay	Perú
Portugal	Reino Unido	R.D.	Rumania	Ruanda	Senegal	Singapur
Sri Lanka	Sudáfrica	Suecia	Suiza	Tanzania	Togo	Túnez
Turquía	Uganda	Uruguay	Zambia	Zimbabue		

Tabla 1. Listado de 89 observaciones (países) utilizados en la investigación. RD: República Dominicana; R.de Congo: República del Congo; R.D. de Congo: República Democrática del Congo; R.de Corea: República de Corea; E.E.U.U: Estados Unidos

ANEXO II

En este anexo se procederá a realizar el análisis econométrico de algunas de las regresiones, para detectar problemas típicos que pueden aparecer durante la práctica.

Análisis econométrico regresión N° 2:

Primero observaremos la regresión número dos, que es la siguiente:

Dependent Variable: GROWTH				
Method: Least Squares				
Date: 02/20/20 Time: 19:20				
Sample: 1 89				
Included observations: 89				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.518158	1.396643	4.667018	0.0000
LOGPBI60	-2.697575	0.354070	-7.618754	0.0000
KHUMANO17	9.565009	1.045966	9.144667	0.0000
LOGFIJO60	-0.119582	0.129460	-0.923696	0.3583
INVERSIONPBI17	0.018324	0.013561	1.351293	0.1803
TASAFERTIL60	-0.046601	0.080673	-0.577660	0.5651
R-squared	0.620498	Mean dependent var	2.095279	
Adjusted R-squared	0.597636	S.D. dependent var	1.341902	
S.E. of regression	0.851197	Akaike info criterion	2.580690	
Sum squared resid	60.13654	Schwarz criterion	2.748463	
Log likelihood	-108.8407	Hannan-Quinn criter.	2.648314	
F-statistic	27.14149	Durbin-Watson stat	2.098478	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Imagen 1. Regresión número 2 de la Tabla 5 del capítulo 5. Realizada con el programa Eviews 10 lite.

El análisis de significancia individual, observando la probabilidad de cada variable, se determina que el logaritmo del capital fijo de 1960, la inversión como porcentaje del PBI del año 2017 y la tasa de fertilidad del año 1960 no son estadísticamente significativas, ya que tienen una probabilidad mayor al nivel de significancia 0.05. Analizando el estadístico F, se realiza la prueba de significancia global de los coeficientes. Con un valor igual a 27.14 se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes que acompañan a las variables independientes son iguales a cero.

Otro problema que se puede hallar es la multicolinealidad, que determina la correlación existente entre las variables explicativas. Se considera un valor elevado de correlación entre estas variables uno que sea mayor a 0.8. En este caso:

Correlation					
	LOGPBI60	KHUMANO17	LOGKFIJO60	INVERSION...	TASAFERTIL...
LOGPBI60	1.000000	0.755702	0.660851	-0.241430	-0.690841
KHUMANO17	0.755702	1.000000	0.669239	-0.059373	-0.761169
LOGKFIJO60	0.660851	0.669239	1.000000	-0.043834	-0.556927
INVERSION...	-0.241430	-0.059373	-0.043834	1.000000	0.127369
TASAFERTIL...	-0.690841	-0.761169	-0.556927	0.127369	1.000000

Imagen 2. Valores correlacionales de variables de la regresión dos. Realizado con programa Eviews 10 lite

Se puede observar que el logaritmo del PBI de 1960 tiene una alta relación con todos, esto se debe justamente a que se utiliza una variable que se relaciona directamente con el crecimiento económico (aumento sostenido del PBI a lo largo del tiempo), por lo tanto, era de esperarse esta relación. Por otro lado, más allá de utilizar como criterio que la multicolinealidad se presenta con valores mayores a 0.8, se detecta un alto nivel de correlación entre las distintas variables: Khumano17-logKfijo60; Khumano17-Tasafetil60; Tasafertil60-LogKfijo60.

Otro problema que puede aparecer es la autocorrelación entre residuos (positiva o negativa) generando un mal ajuste del modelo. Para probar si existe o no, se utiliza el estadístico de Durbin-Watson que, en este caso, para un $n=89$ y con $k=5$ (variables explicativas), los valores críticos son: $dL=1.542$ y $dU=1.776$. Y el Durbin-Watson es de 2.098478. Entonces, autocorrelación positiva no existe ya que $d > dU$ y autocorrelación negativa tampoco ya que $(4 - d) > dU$.

Pasando al análisis de la normalidad de los residuos, ya que el método de MCO (mínimos cuadrados ordinarios) se basa en la distribución normal de los residuos para obtener los mejores estimadores lineales e insesgados. Para ello se utiliza el histograma, y se determina esta distribución normal a través de la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de la distribución normal de los residuos.

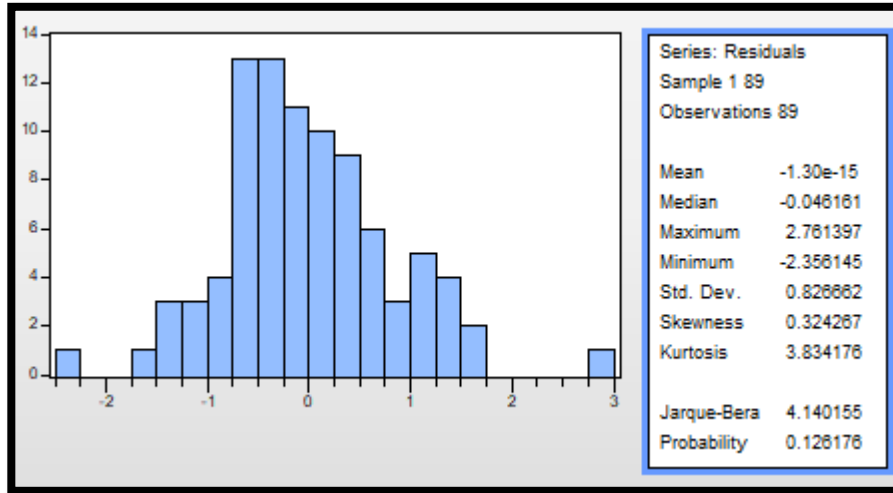


Imagen 3. Histograma para probar normalidad. Realizado con programa Eviews lite 10.

Se ve que la probabilidad supera el nivel 0.05 de significancia (0.126), por lo que no se rechaza la hipótesis nula de distribución normal de los residuos. Además, se observa un nivel de asimetría cercano a cero y uno de curtosis cercano a tres, valores aproximados a los de una distribución normal.

Otro análisis residual es el de la heteroscedasticidad, que implica que las varianzas de los residuos no es la misma, generando que la estimación a través de MCO no genere los mejores estimadores lineales e insesgados (MELI). Se realiza la prueba de White para ver si existe heteroscedasticidad:

Heteroskedasticity Test: White			
Null hypothesis: Homoskedasticity			
F-statistic	1.110392	Prob. F(20,68)	0.3603
Obs*R-squared	21.91049	Prob. Chi-Square(20)	0.3454
Scaled explained SS	27.00382	Prob. Chi-Square(20)	0.1352

Imagen 4. Test de White, realizado con el programa Eviews lite 10.

Estas son las probabilidades de rechazar la hipótesis nula de homoscedasticidad de los residuos, y se ve que con ninguna de estas pruebas se rechaza. Por lo tanto, se puede decir que los residuos son homoscedásticos. Por otro lado, vale aclarar la metodología de la prueba de White, la cual consiste en hacer una regresión con los residuos al cuadrado como variable dependiente, elevando al cuadrado las variables explicativas y multiplicándolas entre ellas.

Y, por último, se realiza el test de Ramsey, para comprobar que el modelo este bien especificado (ya sea por la forma funcional, por variables omitidas o mal incluidas). Realizando la prueba y se ve que:

Ramsey RESET Test			
Equation: UNTITLED			
Omitted Variables: Squares of fitted values			
Specification: GROWTH C LOGPBI60 KHUMANO17 LOGKFIJO60 INVERSIONPBI17 TASAFERTIL60			
	Value	df	Probability
t-statistic	0.969798	82	0.3350
F-statistic	0.940509	(1, 82)	0.3350
Likelihood ratio	1.014987	1	0.3137

Imagen 5. Test de Ramsey, realizado con el programa Eviews lite 10.

Las probabilidades son todas mayores a 0.05, lo que dice que el modelo está bien especificado. Lo que realiza la prueba es agregar una variable al cuadrado. En caso de que esta resulte significativa y explique a la variable dependiente, indicaría que el modelo está mal especificado ya sea por la forma funcional o por haber omitido una variable importante.

Análisis econométrico regresión N°3:

La regresión número 3 (tres) es la siguiente:

Dependent Variable: CRECIM				
Method: Least Squares				
Date: 04/15/20 Time: 17:33				
Sample: 1 89				
Included observations: 89				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.565084	1.121879	5.851867	0.0000
LOGPBI60	-2.702851	0.325576	-8.301758	0.0000
KHUMANO17	8.318718	1.077603	7.719651	0.0000
INVERSIONPBI17	0.014771	0.013421	1.100540	0.2743
LATINOAMERICA	-0.027634	0.332474	-0.083117	0.9340
AFRICA	-0.545066	0.301928	-1.805284	0.0747
CONSUMOGOVPBIPC60	1.144428	0.693729	1.649675	0.1028
R-squared	0.638119	Mean dependent var		2.095279
Adjusted R-squared	0.611640	S.D. dependent var		1.341902
S.E. of regression	0.836254	Akaike info criterion		2.555617
Sum squared resid	57.34427	Schwarz criterion		2.751353
Log likelihood	-106.7250	Hannan-Quinn criter.		2.634512
F-statistic	24.09894	Durbin-Watson stat		2.227026
Prob(F-statistic)	0.000000			

Imagen 6. Regresión N° 3. Elaborado con el programa Eviews 10lite.

En términos de significancia individual, se observa las probabilidades, y se ve que las siguientes variables no son estadísticamente significativas: Inversión como porcentaje del PBI en el año 2017, las variables dicotómicas para Latinoamérica y África, y el consumo del gobierno expresado como porcentaje del PBI per cápita del año 1960. Por otro lado, se presenta un valor del estadístico F muy elevado, rechazando así la hipótesis nula de que todos los coeficientes son iguales a 0.

Pasamos al análisis de multicolinealidad, y para ello se expone el cuadro con los valores correlacionales entre variables:

Correlation						
	LOGPBI60	KHUMANO17	INVERSION...	LATINOAME...	AFRICA	CONSUMO...
LOGPBI60	1.000000	0.755702	-0.241430	0.122578	-0.598749	-0.188638
KHUMANO17	0.755702	1.000000	-0.059373	0.051309	-0.755597	-0.082155
INVERSION...	-0.241430	-0.059373	1.000000	-0.164732	0.027183	0.084269
LATINOAME...	0.122578	0.051309	-0.164732	1.000000	-0.241249	-0.074237
AFRICA	-0.598749	-0.755597	0.027183	-0.241249	1.000000	0.197294
CONSUMO...	-0.188638	-0.082155	0.084269	-0.074237	0.197294	1.000000

Imagen 7. Cuadro de correlaciones de la regresión N°3. Elaborado con el programa Eviews 10 Lite.

Se presenta un valor cercano al 0.8 en la correlación entre las variables dicotómica de África y del índice de capital humano para el año 2017. El resto de las variables no presentan valores altos, por lo que se descarta la existencia de multicolinealidad, ya que la variable África no es estadísticamente significativa en la regresión.

La autocorrelación de los residuos se rechazó en el análisis empírico (con un durbin-watson igual a 2.23, superior a: $d_l = 1.518$ y $d_u = 1.801$). Se prosigue a analizar la normalidad de los residuos, para confirmar la distribución normal de los mismo y corroborar que la regresión arrojó estimadores MELI.

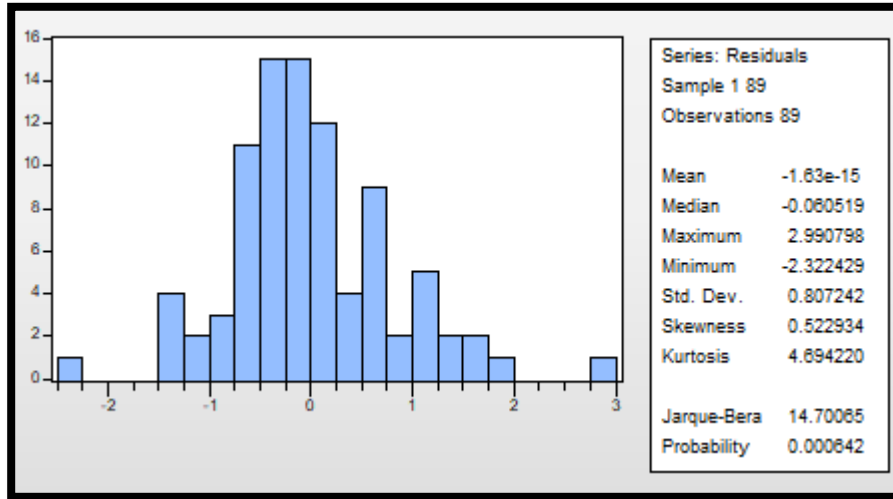


Imagen 8. Histograma de los residuos. Elaborado por el programa Eviews 10 Lite.

Con una probabilidad igual a 0.0006, se rechaza la hipótesis nula de normalidad de los residuos, por lo que la regresión anterior no obtuvo los mejores estimadores lineales e insesgados.

Se podría continuar analizando las pruebas, pero los supuestos en los que se basa el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios no se cumplen, por lo que obtener conclusiones a partir de los resultados de la regresión sería erróneo.

Análisis econométrico regresión N°4:

La regresión número 4 (cuatro) es la siguiente:

Dependent Variable: CRECIMIENTO				
Method: Least Squares				
Date: 03/31/20 Time: 11:03				
Sample: 1 89				
Included observations: 89				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.876405	1.127602	7.871930	0.0000
LOGPBI60	-3.275215	0.296868	-11.03257	0.0000
KHUMANO17	7.866868	1.038047	7.578530	0.0000
INVERSIONPBI17	0.013434	0.011201	1.199389	0.2338
PBIPCPARTEGOV60	0.682455	0.593073	1.150709	0.2532
INGRESOALTO	0.384990	0.320438	1.201453	0.2330
INGRESOBAJO	-1.574417	0.257899	-6.104773	0.0000
R-squared	0.741733	Mean dependent var		2.095279
Adjusted R-squared	0.722835	S.D. dependent var		1.341902
S.E. of regression	0.706463	Akaike info criterion		2.218296
Sum squared resid	40.92543	Schwarz criterion		2.414031
Log likelihood	-91.71416	Hannan-Quinn criter.		2.297191
F-statistic	39.25010	Durbin-Watson stat		1.882887
Prob(F-statistic)	0.000000			

Imagen 9. Regresión número de la Tabla 5. Realizado con programa Eviews.

Analizando significancias individuales, se puede decir que salvo las variables Inversión como porcentaje del PBI en el año 2017, el consumo del gobierno como porcentaje del PBI per cápita en el año 1960 y la dicotómica de Ingreso Alto, el resto de las variables son estadísticamente significativas. Luego, se procede a realizar el test del estadístico F, para probar significancia global de los coeficientes de las variables. Con un valor crítico de 39.25010 al nivel de significancia del 0.05, se rechaza la hipótesis nula de que los coeficientes de todas las variables sean cero. Es decir, existe por lo menos uno de los coeficientes que es distinto de cero.

Se analiza el problema de la multicolinealidad, es decir, analizar la correlación (efectos entre sí) de las variables independientes. Para ello, se muestran los distintos niveles de correlación entre variables:

Correlation						
	LOGPBI60	KHUMANO17	INVERSION...	PBIPCPART...	INGRESOAL...	INGRESOBA...
LOGPBI60	1.000000	0.755702	-0.241430	-0.188638	0.680297	-0.557434
KHUMANO17	0.755702	1.000000	-0.059373	-0.082155	0.841554	-0.517584
INVERSION...	-0.241430	-0.059373	1.000000	0.084269	-0.057115	0.079078
PBIPCPART...	-0.188638	-0.082155	0.084269	1.000000	0.042368	0.085862
INGRESOAL...	0.680297	0.841554	-0.057115	0.042368	1.000000	-0.321044
INGRESOBA...	-0.557434	-0.517584	0.079078	0.085862	-0.321044	1.000000

Imagen 10. Tabla de correlaciones entre variables independientes. Realizado con programa Eviews 10 lite.

Para probar la existencia de multicolinealidad se debería encontrar valores mayores a 0.8 en la tabla, y el que se observa es el de la variable de capital humano y la dicotómica de ingreso alto. El problema grave de la multicolinealidad es no poder diferenciar los efectos directos de las variables independientes hacia la dependiente, ya que al haber efectos dentro del grupo de las variables explicativas se generan dos efectos (como explica Neira en su trabajo sobre Capital humano que revisamos anteriormente): un efecto directo y uno indirecto. El directo es el que genera una variable sobre la variable a explicar, y el indirecto es el efecto que genera la misma variable sobre la explicativa, pero a través de otra variable independiente. Pero el problema de la multicolinealidad es grave cuando se presenta un nivel muy alto de R^2 y pocas significancias individuales, lo que no es nuestro caso. Además, la dicotómica envuelta no es estadísticamente significativa, por lo que podemos obviar este problema. Pero, en caso de querer corregir esta correlación alta, se podría simplemente eliminar esta variable dicotómica, y dejaríamos solo la de ingreso bajo.

Superado este inconveniente, se realiza la prueba de autocorrelación entre residuos, donde se prueba que los residuos no tengan efectos entre sí. Para ello se utiliza el Durbin-Watson, y con un valor de 1.8828, se puede decir que: con $n=89$ y $k=6$; y $dL= 1.383$ y $dU= 1.661$; entonces no existe autocorrelación positiva ya que $d > dU$ y tampoco correlación negativa ya que $(4 - d) > dU$.

Al realizar la estimación a través de MCO (Mínimos Cuadrados Ordinarios) se utiliza el supuesto de que los residuos están normalmente distribuidos, y por ello los estimadores obtenidos son considerados MELI (Mejores Estimadores Lineales e Insesgados). Se corrobora ese comportamiento con la siguiente imagen:

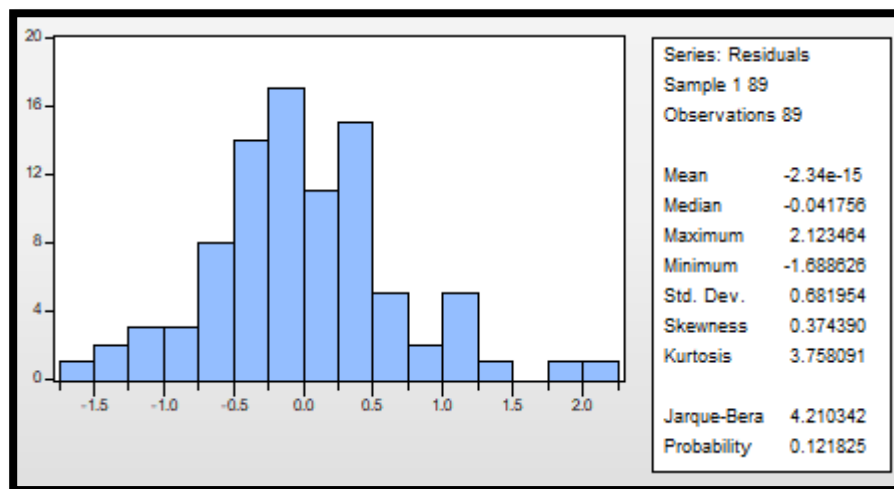


Imagen 11. Histograma de los residuos. Realizado con programa Eviews 10 lite.

Observando el histograma se puede decir que con una probabilidad del 0.1218 **NO** se rechaza la hipótesis nula de normalidad de los residuos. Otra forma de analizarlo es observar la simetría (que debe ser cercana a cero) y la curtosis (cercana a 3), y nuestros valores son 0.374 y 3.75 respectivamente, indicando buena performance en ese aspecto.

El otro análisis de los residuos es el de la heteroscedasticidad, donde se investiga el comportamiento de las varianzas residuales, y en caso de que sean todas distintas, se estaría en presencia de este fenómeno. Para ello, se realiza el test de White, al igual que en el anterior análisis.

Heteroskedasticity Test: White			
Null hypothesis: Homoskedasticity			
F-statistic	1.467232	Prob. F(24,64)	0.1136
Obs*R-squared	31.58850	Prob. Chi-Square(24)	0.1375
Scaled explained SS	36.97901	Prob. Chi-Square(24)	0.0440

Imagen 12. Test de White. Realizado con el programa Eviews 10 lite.

Las probabilidades del F-estadístico y de la chi-cuadrado de las observaciones multiplicadas por el R^2 dan ambas por encima del nivel de significancia del 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de homoscedasticidad en los residuos (todos presentan la misma varianza). Aunque si se encuentra que la otra probabilidad indicaría rechazar la hipótesis nula de homoscedasticidad, e indicando así varianzas distintas entre residuos. En caso de querer solucionar el problema, lo que se puede hacer es lo siguiente: se estima a través de MCG (Mínimos Cuadrados Generalizados) que lo que hace es dividir todos los términos de la regresión por las varianzas (que se supone se conocen), lo que genera que al tomar la varianza del error se termina encontrando una constante. Explicado por Gujarati y Domar (2010):

$$\begin{aligned}
 \text{var}(u_i^*) &= E(u_i^*)^2 = E\left(\frac{u_i}{\sigma_i}\right)^2 && \text{porque } E(u_i^*) = 0 \\
 &= \frac{1}{\sigma_i^2} E(u_i^2) && \text{porque se conoce } \sigma_i^2 \\
 &= \frac{1}{\sigma_i^2} (\sigma_i^2) && \text{porque } E(u_i^2) = \sigma_i^2 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

Imagen 13. Obtenida del libro de Gujarati D., Porter D., 2010. Econometría, pp 372.

De esta manera, las varianzas de todos los errores serían constantes, por lo que se estaría en presencia de homoscedasticidad, y los estimadores logrados tendrían la condición MELI.

Por último, se aborda el problema de especificación del modelo, en el cual se busca determinar que el modelo esté bien especificado (en forma funcional, en variables incluidas o no):

Ramsey RESET Test			
Equation: UNTITLED			
Omitted Variables: Squares of fitted values			
Specification: CRECIMIENTO C LOGPBI60 KHUMANO17 INVERSIONPBI17 PBIPCPARTEGOV60 INGRESOALTO INGRESOBAJO			
	Value	df	Probability
t-statistic	0.227384	81	0.8207
F-statistic	0.051703	(1, 81)	0.8207
Likelihood ratio	0.056792	1	0.8116

Imagen 14. Test de Ramsey. Realizado con el programa Eviews 10 lite.

El test de Ramsey agrega una variable elevada al cuadrado para probar que no se esté omitiendo una variable importante, y por otro lado que no se haya planteado una errónea forma funcional del modelo. Entonces, se observan las probabilidades que da el test y se ve que todas superan ampliamente el nivel de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de buena especificación del modelo.

En caso de eliminar la variable IngresoAlto, la regresión quedaría de la siguiente forma:

Dependent Variable: CRECIMIENTO				
Method: Least Squares				
Date: 08/04/20 Time: 21:25				
Sample: 1 89				
Included observations: 89				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.120175	0.938073	8.656225	0.0000
LOGPBI60	-3.182118	0.287341	-11.07434	0.0000
KHUMANO17	8.749510	0.735330	11.89876	0.0000
INVERSIONPBI17	0.013888	0.011224	1.237350	0.2194
INGRESOBAJO	-1.477599	0.245640	-6.015305	0.0000
PBIPCPARTEGOV60	0.861281	0.575624	1.496255	0.1384
R-squared	0.737186	Mean dependent var		2.095279
Adjusted R-squared	0.721354	S.D. dependent var		1.341902
S.E. of regression	0.708348	Akaike info criterion		2.213274
Sum squared resid	41.64586	Schwarz criterion		2.381047
Log likelihood	-92.49070	Hannan-Quinn criter.		2.280899
F-statistic	46.56263	Durbin-Watson stat		1.916256
Prob(F-statistic)	0.000000			

Imagen 15. Regresión N°4 modificada. Elaborada con el programa E views 10 Lite.

Presenta todas las variables estadísticamente significativas, salvo la de Inversión como porcentaje del PBI en el año 2017 y la del consumo del gobierno del año 60'. Además, presenta un estadístico F alto con un valor de 56.80 y un durbin-watson igual a 1.86, superador a sus valores críticos iguales a: $d_l = 1.566$ y $d_u = 1.751$.

Se analiza la normalidad de los residuos:

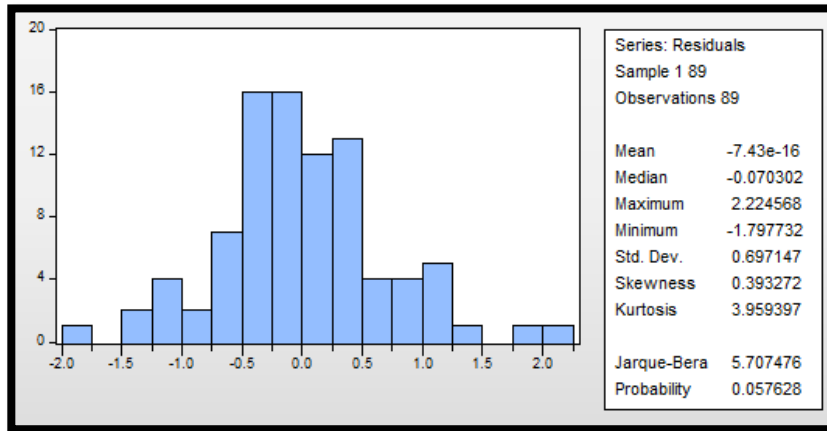


Imagen 16. Histograma de los residuos de la regresión N°4 modificada. Elaborado con el programa Eviews 10 Lite.

Con una probabilidad mayor a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula que dice que los residuos están normalmente distribuidos.

Próximamente, se muestran tres imágenes seguidas que mostrarán el cuadro correlacional de las variables, el análisis de heteroscedasticidad a través del Test de White y el Test de Ramsey (especificación del modelo, respectivamente):

Correlation					
	LOGPBI60	KHUMANO17	INVERSION...	INGRESOBA...	PBIPCPART...
LOGPBI60	1.000000	0.755702	-0.241430	-0.557434	-0.188638
KHUMANO17	0.755702	1.000000	-0.059373	-0.517584	-0.082155
INVERSION...	-0.241430	-0.059373	1.000000	0.079078	0.084269
INGRESOBA...	-0.557434	-0.517584	0.079078	1.000000	0.085862
PBIPCPART...	-0.188638	-0.082155	0.084269	0.085862	1.000000

Imagen 17. Cuadro correlacional de las variables. Elaborado con el programa Eviews 10 Lite.

Se observa que no existen niveles altos de correlación entre las variables. Se descarta la multicolinealidad.

Heteroskedasticity Test: White			
Null hypothesis: Homoskedasticity			
F-statistic	1.235878	Prob. F(13,75)	0.2719
Obs*R-squared	15.70184	Prob. Chi-Square(13)	0.2656
Scaled explained SS	20.69676	Prob. Chi-Square(13)	0.0791

Imagen 18. Test de White para heteroscedasticidad. Elaborado con el programa Eviews 10 lite.

Se ven todas las probabilidades superadoras al valor de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, y se está en presencia de homoscedasticidad.

Ramsey RESET Test			
Equation: UNTITLED			
Omitted Variables: Squares of fitted values			
Specification: CRECIMIENTO C LOGPBI60 KHUMANO17			
INVERSIONPBI17 INGRESOBAJO PBIPCPARTEGOV60			
	Value	df	Probability
t-statistic	0.235268	82	0.8146
F-statistic	0.055351	(1, 82)	0.8146
Likelihood ratio	0.060056	1	0.8064

Imagen 19. Test de Ramsey, para especificación del modelo. Elaborado con el programa Eviews 10 Lite.

El test de Ramsey muestra que el modelo está bien especificado.

Análisis econométrico regresión N°5:

Dependent Variable: CRECIM				
Method: Least Squares				
Date: 04/15/20 Time: 18:13				
Sample: 1 89				
Included observations: 89				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.64284	1.897353	5.609306	0.0000
LOGPBI60	-3.133494	0.375601	-8.342609	0.0000
KHUMANO17	8.118931	1.128242	7.196092	0.0000
INVERSIONPBI17	0.013704	0.013284	1.031558	0.3053
NMASDELTA	-38.15964	16.25363	-2.347761	0.0213
TASADEAHORRO60	0.006876	0.003683	1.866848	0.0655
R-squared	0.650982	Mean dependent var		2.095279
Adjusted R-squared	0.629957	S.D. dependent var		1.341902
S.E. of regression	0.816295	Akaike info criterion		2.496953
Sum squared resid	55.30597	Schwarz criterion		2.664726
Log likelihood	-105.1144	Hannan-Quinn criter.		2.564578
F-statistic	30.96199	Durbin-Watson stat		2.034825
Prob(F-statistic)	0.000000			

Imagen 15. Regresión N°5, elaborada con el programa Eviews 10 lite.

En términos de significancia individual, observando la probabilidad de cada variable, se determina que salvo las siguientes variables: inversión como porcentaje del PBI en el año 2017 y la tasa de ahorro en el año 1960; el resto son estadísticamente significativas. Adicionalmente, se observa el estadístico F para probar la significancia global, y con un valor igual a 30.96, se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes estimados son iguales a 0 (cero).

Se prosigue hacia el problema de multicolinealidad, para ello se obtiene el cuadro correlacional entre las variables explicativas:

Correlation					
	LOGPBI60	KHUMANO17	INVERSION...	NMASDELTA	TASADEAH...
LOGPBI60	1.000000	0.755702	-0.241430	-0.615156	0.604414
KHUMANO17	0.755702	1.000000	-0.059373	-0.810625	0.378818
INVERSION...	-0.241430	-0.059373	1.000000	0.095280	-0.001772
NMASDELTA	-0.615156	-0.810625	0.095280	1.000000	-0.274665
TASADEAH...	0.604414	0.378818	-0.001772	-0.274665	1.000000

Imagen 16. Cuadro correlacional, elaborado con el programa Eviews 10 Lite.

Se observa un nivel alto de correlación entre la variable de capital humano (índice del capital humano del 2017) y la suma de la tasa de crecimiento de la población y de la tasa de depreciación del capital

físico. Una solución al problema sería eliminar la variable de suma de ambas tasas, ya que la de capital humano es clave por encontrarse en la hipótesis del trabajo. De manera que se realiza y se obtienen los siguientes resultados:

Dependent Variable: CRECIM				
Method: Least Squares				
Date: 04/15/20 Time: 18:37				
Sample: 1 89				
Included observations: 89				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.051024	1.151972	6.120830	0.0000
LOGPBI60	-3.118621	0.385502	-8.089766	0.0000
KHUMANO17	9.865510	0.870712	11.33040	0.0000
INVERSIONPBI17	0.011588	0.013605	0.851751	0.3968
TASADEAHORRO60	0.006377	0.003775	1.689449	0.0948
R-squared	0.627804	Mean dependent var		2.095279
Adjusted R-squared	0.610080	S.D. dependent var		1.341902
S.E. of regression	0.837931	Akaike info criterion		2.538778
Sum squared resid	58.97881	Schwarz criterion		2.678589
Log likelihood	-107.9756	Hannan-Quinn criter.		2.595132
F-statistic	35.42184	Durbin-Watson stat		2.028637
Prob(F-statistic)	0.000000			

Imagen 17. Regresión N°5 modificada. Elaborada con el programa Eviews 10 Lite.

Se observa como cae un poco el valor del R^2 ajustado, pero mejora el nivel de significancia global de las variables. Esta regresión, representa mejor los efectos directos de las variables significativas, por lo tanto, se continuará el análisis sobre la misma.

El durbin-watson presenta un valor igual a 2.028, que supera a los dos valores críticos que son: $d_l = 1.566$ y $d_u = 1.751$. Por lo que se afirma la no existencia de autocorrelación de los residuos.

Pasando al análisis de la distribución de los residuos, se analiza el siguiente histograma:

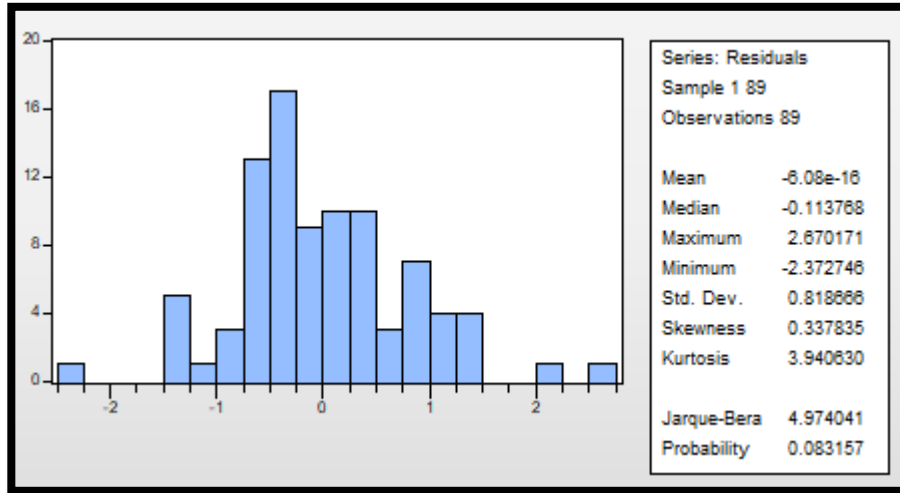


Imagen 18. Histograma de la regresión N°5 modificada. Elaborado con el programa Eviews 10 Lite.

Con una probabilidad igual a 0.08, podemos decir que no se rechaza la hipótesis nula que dice que los residuos están normalmente distribuidos, por lo que los estimadores que generó el MCO son MELI.

El otro análisis residual es el de la heteroscedasticidad, y los resultados son los siguientes:

Heteroskedasticity Test: White			
Null hypothesis: Homoskedasticity			
F-statistic	1.572049	Prob. F(14,74)	0.1077
Obs*R-squared	20.40204	Prob. Chi-Square(14)	0.1180
Scaled explained SS	26.72160	Prob. Chi-Square(14)	0.0209

Imagen 19. Test de White de heteroscedasticidad. Elaborado con programa Eviews 10 Lite.

Se observa una de las probabilidades que indicaría que se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad de los residuos. En caso de aplicar la solución, sería la misma explicada para la regresión N°4 en la página N°56.

Finalmente, se realiza el Test de Ramsey, para probar la buena especificación del modelo:

Ramsey RESET Test			
Equation: UNTITLED			
Omitted Variables: Squares of fitted values			
Specification: CRECIM C LOGPBI60 KHUMANO17 INVERSIONPBI17 TASADEAHORRO60			
	Value	df	Probability
t-statistic	0.510167	83	0.6113
F-statistic	0.260270	(1, 83)	0.6113
Likelihood ratio	0.278648	1	0.5976

Imagen 20. Test de Ramsey. Elaborado con el programa Eviews 10 Lite.

Todas las probabilidades son mayores a 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que dice que el modelo esta bien especificado.

ANEXO III

En este anexo se procede a otorgar más información acerca del índice de capital humano.

Metodología del Índice de Capital Humano:

Como se mencionó en el cuerpo de la investigación, el índice maneja tres componentes, que se explican brevemente a continuación:

- Supervivencia. Mide con la tasa de mortalidad de niños de 5 años.
- Escolarización. Utiliza dos mediciones, que son: la cantidad de años de escolaridad promedio en un país (máximo son 14 años); y la calidad de la educación (donde se toman las calificaciones obtenidas por los países en los principales exámenes internacionales).
- Salud. Utiliza la tasa de supervivencia de los adultos (proporción de personas de 15 años que sobrevive hasta los 60 años) y tasas de retraso del crecimiento (midiendo la proporción de niños menores de 5 años que se encuentren por debajo de la talla normal para su edad).

Lo primero que se hace para la obtención del índice es transformar estas tasas en contribuciones a la productividad, y así poder interpretar el resultado del índice cómo la productividad que tendrá un niño que nace hoy en función a los servicios de educación y salud que provee cada país. El índice de capital humano (ICH) se mide en unidades de productividad en relación con un parámetro de referencia que corresponde a educación y salud completa, así es posible la comparación numérica.

En el caso del componente de supervivencia, la interpretación para pasar la tasa de mortalidad infantil a productividad es la siguiente: los niños que no sobreviven a la infancia nunca serán adultos que contribuyan con mayor productividad. Para ello, esa productividad se obtiene aplicando un factor equivalente a la tasa de supervivencia, y se compara a un parámetro donde todos los niños sobreviven.

Para el componente de la escolarización se deben aplica dos metodologías distintas. En el caso de cantidad de años de escolaridad promedio en un país, se utiliza la conclusión empírica a la que llego Mincer (1958) y Montengero y Patrinos (2014): un año adicional de escolarización da como resultado un incremento en las ganancias cercano al 8%²². Por lo que las diferencias de años de escolaridad en países pasan a ser una diferencia de productividad entre trabajadores con más o menos años de educación. Por

²² Mincer, J. (1958). “*Investment in Human Capital and personal income distribution*”. Journal of political economy, volumen 66 (N°4), pp 281-302.

Montenegro, C., Patrino, H. (2014). “*Comparable estimates of returns to schooling around the world*”. Policy research working paper, N°7020.

otro lado, la calidad de la educación, que es medida a través de los resultados de los exámenes internacionales más importantes, se pasa a años escolarizados ajustados. Primero se realiza la armonización de los resultados de los distintos exámenes²³, ya que cada uno presenta distintas escalas para sus respectivas correcciones²⁴. Estos resultados armonizados se miden en unidades del programa de evaluación TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study, que mide conocimientos de matemáticas y ciencias de los estudiantes de 5to y 8vo grado), que van desde 0 hasta 625. Y aquí aparece lo interesante, el Banco Mundial ajusta los años de escolarización a través del aprendizaje, es decir, a través de los resultados obtenidos en los exámenes internacionales. Sabiendo que el máximo que se puede alcanzar como nota son 625 puntos, entonces el ajuste quedaría de la siguiente forma (suponemos 10 años promedio de escolarización y un puntaje en el examen de 450 en un país cualquiera): $10 * \frac{450}{625} = 7.2$. La diferencia entre 10 y 7.2 años de escolaridad indica una brecha de aprendizaje de 2.8 años de escolaridad. Interpretando las dos partes combinadas: sabiendo que el máximo de años de escolarización son 14 años, un niño que tiene 7.2 años de escolaridad (ajustados) es un 54.4% menos productivo que uno que asiste los 14 años de escuela [(14-7.2=6.8; 6.8*8%=54.4%)].

Pasando al componente de salud, vale aclarar primero que estudios empíricos revelaron que un aumento de un centímetro en la talla de una persona (asumiendo que un centímetro más viene asociado con una mejora en las condiciones físicas de la misma) mejora la productividad un 3.4%²⁵. Además, apoyándose en más evidencia empírica, hay pruebas que una mejora en la salud que logre reducir el retraso de crecimiento en 10.2 puntos porcentuales, hará que la persona sea un 3.5% más productiva. Por otro lado, indica que la talla se eleva 1.9 centímetros por cada 10 puntos porcentuales de mejora en la tasa de supervivencia de los adultos. Es decir, una mejora en la salud que conlleve una mejora en 10 puntos porcentuales de la tasa de supervivencia de los adultos se asocia con un aumento de la productividad laboral del: $1.9 * 3.4\%$, es decir, 6.5%²⁶. El índice utiliza un promedio de ambas.

Con todos los componentes definidos como contribuciones a la productividad, se plantea el índice de capital humano construido por el Banco Mundial:

²³ Altinok, N., Angrist, N. y Patrinos, H.A. (2018). “*Global Data Set on Education Quality (1965-2015)*”. Policy Research Working Paper N° 8314.

²⁴ Los exámenes que considera además del TIMSS, el PISA y el PIRL son tres programas regionales importantes: al para la Supervisión de la Calidad de la Educación (SACMEQ), el Programa de Análisis de los Sistemas Educativos de la Conferencia de Ministros de Educación de los Países de Habla Francesa (PASEC; CONFEMEN) y el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE).

²⁵ Case, A., Paxson C. (2008). “*Stature and Status: Height, Ability, and Labor Market Outcomes*”. NBER Working paper N°12466.

²⁶ Weil, D. (2007). “*Accounting for the effect of health on economic growth*”. NBER Working paper, N°11455.

$$ICH = Supervivencia * Escolarización * Salud \quad (1)$$

$$\bullet \text{ Supervivencia} = \frac{1 - \text{Tasa de mortalidad de niños menores de 5 años}}{1}, \quad (2)$$

$$\bullet \text{ Escolarización} = e^{\theta(\text{Años esperados de escolarización} * \frac{\text{Puntajes armonizados de las pruebas}}{625} - 14)} \quad (3)$$

• Salud=

$$e^{(\gamma_{TSA} * (\text{Tasa de supervivencia de los adultos} - 1) + \gamma_{RDC} * (\text{Tasa de niños sin retraso decrecimiento} - 1)) / 2}$$

Donde los parámetros de escolarización de salud son los que se definieron en los párrafos anteriores. Siendo $\theta = 0.08$, el aumento en la productividad por tener un año más de escolarización; γ_{TSA} (Tasa de supervivencia de adultos) = 0.65 y γ_{RDC} (Retraso del crecimiento) = 0.35, que miden los aumentos en la productividad asociados con una mejora en la salud.

Con los componentes definidos, el Banco Mundial logró hacer una comparación entre países sin incluir variables subjetivas que puedan hacer menos creíble el análisis (como lo sería un índice que busque estimar beneficios futuros de salud y educación). De forma que la obtención de los datos para cada país se torna completamente objetiva, y las diferencias que se encuentren entre los ICH de cada país girarán en torno a los componentes previamente explicados.

Desarrollo del capital humano

Resulta interesante informar al lector acerca de por qué en el Banco Mundial, específicamente en el Proyecto de Capital Humano (PCH), tienen la firme creencia de que el Gobierno debe cumplir un rol importante en materia de capital humano e intervenir en el mismo.

Comienza con el planteo de que el gobierno tiene los recursos para realizar inversiones importantes en capital humano, ya que las familias primero pueden no tener los recursos suficientes como para realizar inversiones asequibles, y, por otro lado, pueden no estar suficientemente informadas de los beneficios que otorgan a largo plazo esas inversiones.

Con intervención del gobierno hace referencia a programas que afecten directamente a los componentes del capital humano descritos con anterioridad. Programas educacionales, donde se afirma que a futuro es un beneficio individual y para la sociedad, ya que genera mayores ganancias para la persona y además reduce los índices de delincuencia y pobreza a largo plazo. Programa de salud, donde de nuevo, otorga beneficios individuales (menos posibilidades de enfermarse) y beneficios sociales (menos probabilidades de enfermar a los otros). La evidencia empírica se encuentra detallada en el Proyecto de Capital Humano del Banco Mundial²⁷, pero como último dato importante que se expone aquí, el proyecto

²⁷ Kraay A., Gatti, R. (2018). “Proyecto de Capital Humano”. Grupo Banco Mundial: Washington DC.

hace hincapié en la importancia de que estos diversos programas se apliquen en los primeros 1000 días de vida de los niños específicamente, dado que, sin las intervenciones en ese lapso de tiempo, genera más probabilidades de que se produzca mayor desigualdad.

Por otro lado, prevén importante la intervención del gobierno por el lado de la generación de base de datos. Ya que las mediciones resultan importantes a la hora de decidir sobre importantes inversiones y pasos a seguir para mejorar la calidad de vida de cada ciudadano del mundo generando políticas económicas más eficientes. Estas mediciones también son importantes para que cada ciudadano pueda exigir más a sus líderes y ejerza un compromiso con la sociedad demandando mayor calidad de servicios.

Finalmente, este proyecto (PCH) impulsado por el Banco Mundial, no tiene como único fin, el de generar el índice de capital humano (ICH), sino también lo siguiente:

- Generar un programa de medición en investigación para fundamentar las medidas de política económica en los países. Es decir, que las decisiones tomadas por los políticos tengan una base sólida de información y sea una decisión eficaz pero también eficiente, mejorando así la calidad de vida de sus ciudadanos.
- Generar un programa de apoyo a las estrategias de los países orientadas a acelerar la inversión en capital humano. Es decir, en función del punto anterior, determinando que la política generará beneficios futuros en la sociedad, entonces el proyecto buscará la manera para involucrarse financieramente para apoyar esas políticas.

Para mayor información el lector puede buscar el proyecto a través de la nota al pie N°25 y sino visitar el siguiente link: <https://www.bancomundial.org/es/publication/human-capital>.

ANEXO IV

En este apartado se procede a realizar lo que se llamará un análisis de robustez, con el propósito de verificar que, con otras variables capaces de representar al capital humano, se encuentran los mismos resultados que los obtenidos con la variable Índice de capital humano elaborada por el Banco Mundial. En simple palabras, comprobar que cualquier variable proxy del capital humano sea estadísticamente significativa y afecte positivamente al crecimiento económico.

Las regresiones econométricas se harán en función de la regresión final obtenida en el capítulo 5, reemplazando la variable de capital humano con otras proxies.

La regresión base es la siguiente:

$$tasacrecimiento_{1960-2018} = \beta_0 + \beta_1 * \log PBI_{1960} + \beta_2 * K_{humano}_{2017} + InversionPBI_{2017} + IngresoBajo$$

Años de educación ajustados

Como se detalló en el apéndice anterior, la variable de capital humano contiene tres componentes, de los cuales uno es la escolaridad. La misma es una combinación de los años esperados de educación en un país y los resultados armonizados de las pruebas internacionales. La combinación de ambos da como resultado los años esperados de educación ajustados por calidad.

Pero en este caso, para no tomar un componente del índice, se toman los resultados armonizados de las pruebas internacionales, y los años de educación obligatoria de cada país. Por lo que se realiza el supuesto de que la población de cada país cumple con esos años obligatorios de educación, y se ajustan por calidad.

El ajuste de los años obligatorios de educación se realiza de la siguiente manera:

$$Años\ de\ educación\ obligatoria\ x\ \left(\frac{Resultado\ Armonizado}{625}\right)$$

Se hace el cociente por 625 ya que es el máximo resultado posible en función de la armonización realizada por el Banco Mundial.

Luego se realiza el análisis econométrico con la regresión base, reemplazando el índice de capital humano del 2017 por la variable: años de educación obligatoria ajustados por calidad de 2017 (EDUCAJUSTADA2017).

Dependent Variable: TASACRECIM				
Method: Least Squares				
Date: 06/20/20 Time: 12:30				
Sample: 1 89				
Included observations: 89				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.408838	1.284290	4.211539	0.0001
LOGPBI60	-1.819564	0.364654	-4.989831	0.0000
EDUCAJUSTADA2017	0.314784	0.069467	4.531439	0.0000
INVERSIONPBI2017	0.050217	0.016568	3.031046	0.0032
INGRESOBAJO	-1.606466	0.369086	-4.352555	0.0000
R-squared	0.412376	Mean dependent var		2.095279
Adjusted R-squared	0.384393	S.D. dependent var		1.341902
S.E. of regression	1.052864	Akaike info criterion		2.995445
Sum squared resid	93.11589	Schwarz criterion		3.135256
Log likelihood	-128.2973	Hannan-Quinn criter.		3.051799
F-statistic	14.73711	Durbin-Watson stat		2.169448
Prob(F-statistic)	0.000000			

Imagen 21. Regresión econométrica cambiando el proxy de capital humano. Elaborado con EViews 10 Lite.

Se observa que los resultados no cambian, y hasta se encuentra que la variable de inversión en porcentaje del PBI en el año 2017 tiene signo positivo y es estadísticamente significativa, lo que indicaría que mayores niveles de inversión traen mayores niveles de crecimiento. Por otro lado, se obtiene un R^2 más bajo que el que se encuentra con el índice de capital humano como variable representativa del capital humano. Lo mismo para el estadístico F, que mide la significancia global de las variables, se encuentra un valor crítico más bajo.

Por otro lado, para verificar la no existencia de autocorrelación de residuos se toma el Durbin-Watson que en esta regresión es igual a 2.16. Los valores que determinan si existe autocorrelación negativa y positiva respectivamente son: $d_l = 1.56$ y $d_u = 1.75$. Por lo que se superan ambos valores crítico y se descarta la existencia de cualquier tipo de autocorrelación en los residuos.

Brevemente se realiza el mismo análisis econométrico que se realizó para las regresiones principales. Primero se analiza el coeficiente de correlación entre las variables para analizar la multicolinealidad.

Correlation				
	LOGPBI60	EDUCAJUS...	INVERSION...	INGRESOBA...
LOGPBI60	1.000000	0.674311	-0.241430	-0.557434
EDUCAJUS...	0.674311	1.000000	-0.254053	-0.504626
INVERSION...	-0.241430	-0.254053	1.000000	0.079078
INGRESOBA...	-0.557434	-0.504626	0.079078	1.000000

Imagen 22. Coeficientes de correlación entre variables para analizar el problema de multicolinealidad. Elaborado con Eviews 10 Lite.

Se observa que la mayor correlación viene por el lado del proxy de capital humano y el logaritmo del PBI pe cápita del año 1960. Aunque esta correlación es entendible debido a que la variable del logaritmo del PBI esta directamente relacionada con la variable dependiente. Por lo que se descarta algún problema grave de multicolinealidad.

Se prosigue a comprobar la normalidad de los residuos, para ello se expone el siguiente histograma:

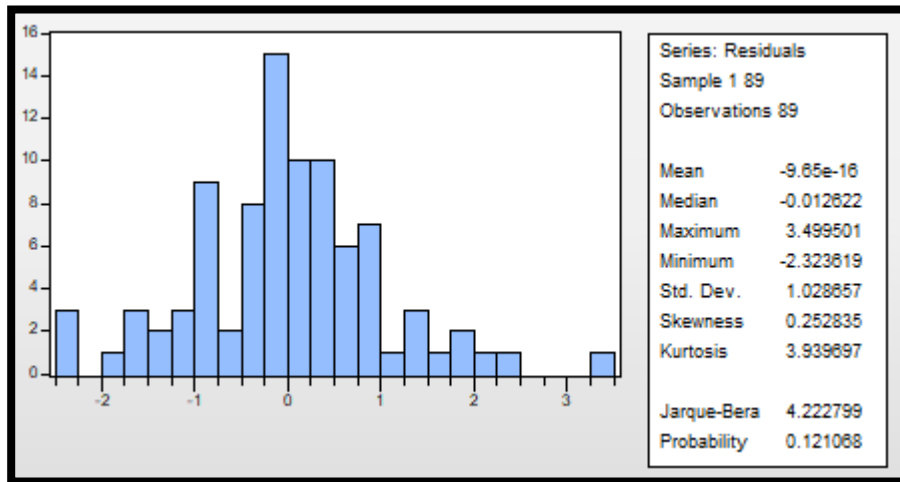


Imagen 23. Histograma de los residuos. Elaborado con el programa Eviews 10 Lite.

Observando la probabilidad igual a 0.12, entonces no se rechaza la hipótesis nula que dice que los residuos están normalmente distribuidos, y de esta manera los estimadores que se hallaron siguen siendo MELI.

El próximo análisis de residuos es el de la heteroscedasticidad, y para ello se expone el siguiente Test de White:

Heteroskedasticity Test: White			
Null hypothesis: Homoskedasticity			
F-statistic	1.589179	Prob. F(13,75)	0.1073
Obs*R-squared	19.22113	Prob. Chi-Square(13)	0.1164
Scaled explained SS	25.16691	Prob. Chi-Square(13)	0.0219

Imagen 24. Test de White para analizar heteroscedasticidad. Elaborado con Eviews 10 Lite

Observando las probabilidades se puede confirmar (salvo por la última) que no se rechaza la hipótesis nula que dice que los residuos tienen varianzas homoscedasticas, por lo que los estimadores siguen siendo MELI.

Y, por último, se realiza el Test de Ramsey para comprobar la buena especificación del modelo.

Ramsey RESET Test			
Equation: UNTITLED			
Omitted Variables: Squares of fitted values			
Specification: CRECIM C LOGPBI60 EDUCAJUSTADA17 INVERSIONPBI2017 INGRESOBAJO			
	Value	df	Probability
t-statistic	0.926215	83	0.3570
F-statistic	0.857875	(1, 83)	0.3570
Likelihood ratio	0.915168	1	0.3387

Imagen 25. Test de Ramsey para analizar especificación del modelo. Elaborado con Eviews 10 Lite

Se observa a todas las probabilidades superadoras a 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula que dice que el modelo está bien especificado.

Resultados de las pruebas internacionales armonizados

En este apartado, la variable que representa al capital humano son los resultados de las pruebas internacionales armonizadas por el Banco Mundial (RESULTARMONIZ17). Son las mismas que se utilizan en el apartado anterior, pero ahora sin acompañamiento de la cantidad de educación, sino que se discutirá puramente de calidad educativa.

Los resultados de los distintos exámenes (detallados en la nota al pie N°23) se armonizan con la escala del examen TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) que que tiene como máximo puntaje 625.

Se procede a mostrar los resultados obtenidos:

Dependent Variable: TASACRECIM				
Method: Least Squares				
Date: 06/21/20 Time: 17:29				
Sample: 1 89				
Included observations: 89				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.720673	1.000926	4.716305	0.0000
LOGPBI60	-2.772854	0.311692	-8.896145	0.0000
RESULTARMONIZ17	0.016324	0.001751	9.321897	0.0000
INVERSIONPBI2017	0.018713	0.013009	1.438467	0.1540
INGRESOBAJO	-1.796334	0.282178	-6.365957	0.0000
R-squared	0.640565	Mean dependent var		2.095279
Adjusted R-squared	0.623449	S.D. dependent var		1.341902
S.E. of regression	0.823441	Akaike info criterion		2.503891
Sum squared resid	56.95669	Schwarz criterion		2.643702
Log likelihood	-106.4232	Hannan-Quinn criter.		2.560245
F-statistic	37.42497	Durbin-Watson stat		1.621798
Prob(F-statistic)	0.000000			

Imagen 26. Regresión econométrica cambiando proxy del KH. Elaborado con Eviews 10 Lite.

Continuando con la tendencia, se obtiene el mismo resultado que en el apartado anterior. Es decir, los países que tienen mayor calificación promedio en los exámenes internacionales en el año 2017 son los países que más crecieron a lo largo del tiempo.

Aunque en esta regresión se observa un R^2 más alto que la anterior por lo que esta explicaría mejor a la tasa de crecimiento anual promedio desde 1960 hasta 2018, que la regresión anterior. Lo mismo con el F estadístico que presenta un valor más alto para explicar la significancia global de las variables.

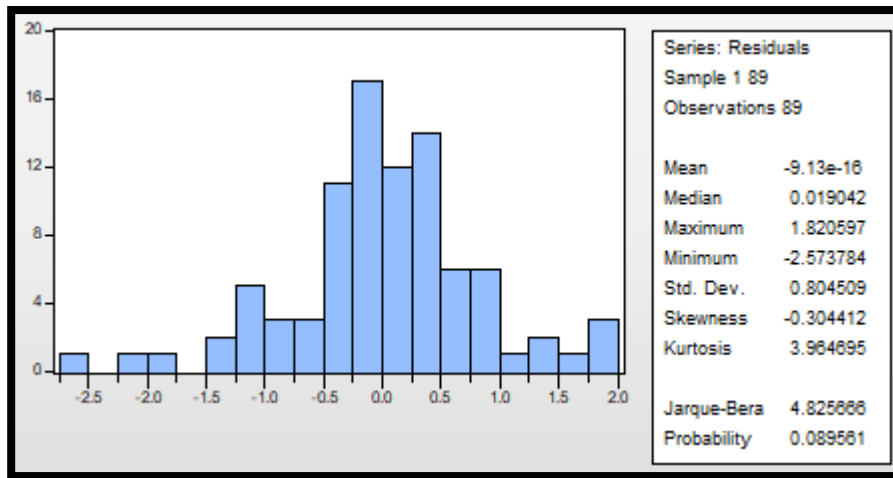
Se procede a realizar el análisis de autocorrelación de los residuos, y para ello se toma el Durbin-Watson que es: 1.62. Los valores críticos son los mismos que la regresión anterior, es decir: $d_l = 1.56$ y $d_u = 1.75$. Al estar el valor de la regresión entre medio de los valores críticos, la prueba no es concluyente sobre la autocorrelación positiva de los residuos. Pero para probar la autocorrelación negativa se observa que $(4 - 1.62)$ es igual a 2.38. Por lo que se descarta la autocorrelación negativa de los residuos.

Se prosigue a realizar el resto de las pruebas para verificar que no existan otros problemas dentro de la regresión. En primer lugar, se muestra los coeficientes de correlación entre las variables para analizar el problema de multicolinealidad.

Correlation				
	LOGPBI60	INVERSION...	RESULTAR...	INGRESOBA...
LOGPBI60	1.000000	-0.241430	0.698255	-0.557434
INVERSION...	-0.241430	1.000000	-0.047492	0.079078
RESULTAR...	0.698255	-0.047492	1.000000	-0.436296
INGRESOBA...	-0.557434	0.079078	-0.436296	1.000000

No existe ningún coeficiente de correlación lo suficientemente alto como para determinar la existencia de multicolinealidad.

Pasando al análisis de los residuos, primero se verifica que tengan una distribución normal, y para ello analizamos el siguiente histograma:



Con una probabilidad igual a 0.089, no se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto se verifica que los residuos tienen una distribución normal. Por otro lado, se analiza la varianza de los mismos, a través del Test de White:

Heteroskedasticity Test: White			
Null hypothesis: Homoskedasticity			
F-statistic	2.391136	Prob. F(13,75)	0.0096
Obs*R-squared	26.07862	Prob. Chi-Square(13)	0.0166
Scaled explained SS	34.43604	Prob. Chi-Square(13)	0.0010

De esta manera, se rechaza la hipótesis nula de homoscedasticidad, por lo que los estimadores arrojados por la regresión no son MELI. Para la solución de este problema se debe aplicar lo explicado en la Imagen 13, página 58. En simple palabras, aplicar Mínimos Cuadrados Generalizados. Pero el objetivo

de este apartado es mostrar la tendencia positiva y significativa que tiene cualquier otra variable representante del capital humano. Por lo que finaliza el análisis econométrico de esta regresión.

Y para concluir este apéndice, se aclara que la importancia de este era darle validez al índice de capital humano elaborado por el Banco Mundial. Para ello se incluyeron los años obligatorios de educación ajustados por la calidad educativa, y, por otro lado, exclusivamente la calidad educativa. De esta manera, se comprueba que utilizando distintas proxies de capital humano se logran los mismos resultados. Está claro que no se realizan las pruebas para verificar que estas dos últimas regresiones no presenten problemas econométricos, pero no es el objetivo, sino que este es mostrar al lector que la tendencia positiva continúa.

Por último, el trabajo se inclina por utilizar el índice de capital humano elaborado por el Banco Mundial ya que incluye componentes que son esenciales cuando se discute sobre la productividad laboral de una persona. No solo la importancia de la educación, sino también la de la salud que presenta el trabajador.

DECLARACIÓN JURADA RESOLUCIÓN 212/99-C.D.

El autor de este trabajo declara que fue elaborado sin utilizar ningún otro material que no haya dado a conocer en las referencias que nunca fue presentado para su evaluación en carreras universitarias y que no transgrede o afecta los derechos de terceros.

Mendoza, 19 de Mayo del 2020
Federico Ray Macías

Firma y aclaración

29610

Número de registro

39 906.787

DNI