



Universidad de Valladolid

**Facultad de Ciencias Económicas y
Empresariales**

**Trabajo de Fin de Grado
Grado en Economía**

**Análisis Estadístico de los
Determinantes del Crecimiento
Económico**

Presentado por:

Diego Ubierna Fonfría

Tutelado por:

Isabel Gómez Valle

Valladolid, 26 de Julio de 2022

Resumen

Este trabajo examina cuáles son los determinantes del crecimiento económico acumulado de los países, de forma que se pueda comprender de dónde surgen las diferencias en la distribución de los niveles económicos de los países y entender cómo poder reducir estas diferencias, incrementar los niveles de bienestar de las personas y reducir los niveles de pobreza a nivel mundial.

Realizando un estudio sobre el crecimiento económico y sus teorías explicativas más influyentes, exponiendo un modelo matemático explicativo siguiendo el modelo de Solow ampliado que incluye el capital humano y realizando un análisis econométrico sobre este modelo matemático a partir de datos del Banco Mundial para 144 países, se concluye que la tasa de ahorro, a través de la inversión en capital, y el nivel de capital humano son las dos variables clave que determinan el nivel de renta per cápita de un país.

Palabras clave: Crecimiento económico, tasa de ahorro, capital humano, y análisis estadístico.

Clasificación Journal of Economic Literature (JEL): C10, O47, O50.

Abstract

This work examines what are the determinants of accumulated economic growth of the countries, in order to understand where the differences in the distribution of the economic levels of the countries arise from and to understand how to reduce these differences, increase the levels of welfare of people and reduce poverty levels globally.

Conducting a study on economic growth and its most influential explanatory theories, exposing an explanatory mathematical model following an amplified Solow model that includes human capital and performing an econometric analysis on this mathematical model, based on World Bank data for 144 countries. It is concluded that the savings rate, through investment in capital, and

the level of human capital are the two key variables that determine the level of income per capita of a country.

Keywords: Economic growth, savings rate, human capital, and statistical analysis.

Journal of Economic Literature (JEL) classification: C10, O40, O47, O50.

Índice de Contenido

1. Introducción	4
2. El crecimiento económico	5
2.1.- Cuestiones previas sobre crecimiento económico	5
2.2.- Teorías sobre el crecimiento	6
3. Factores explicativos del crecimiento económico	14
3.1 Fuente de los datos	16
3.2. Análisis descriptivo de los factores	17
Tasa de Ahorro (s)	18
Tasa de Crecimiento de la Población (n)	20
Capital Humano (h)	21
4. Análisis econométrico	24
4.1.- Modelo econométrico	24
4.2. Cumplimiento de las Hipótesis Clásicas	25
5. Conclusiones	30
6. Bibliografía	33

Índice de Gráficos y Tablas

Gráfico 2.1: Representación del modelo de Solow.....	10
Gráfico 2.2: Modelo AK	13
Gráfico 3.1: Tasa de ahorro respecto PIB per cápita	19
Gráfico 3.2 Tasa de crecimiento de la población respecto al PIB per cápita....	21
Gráfico 3.3: Índice de capital humano	22
Gráfico 3.4: Capital humano respecto PIB per cápita.....	23
Gráfico 4.1: Histograma de los residuos	27
Tabla 3.1: Variables del modelo	16
Tabla 3.2: Análisis descriptivo de las variables	18
Tabla 4.1: Resultados de los modelos de regresión estimados por MCO	25
Tabla 4.2: Contraste de Ramsey Reset	26
Tabla 4.3: Test de White	28
Tabla 4.4: Resultados de los modelos de regresión estimados por MCO en presencia de heteroscedasticidad	29

1. Introducción

Los niveles de renta per cápita de un país son, probablemente, el mayor indicador de bienestar de un país. Un mayor nivel económico permite a los ciudadanos disfrutar de un mayor consumo, unos niveles educativos mayores, un nivel de salud superior, etc. Sin embargo, existen profundas diferencias en la distribución de los niveles de renta entre países. Entender cómo se producen los procesos de crecimiento y qué los mantiene en el tiempo, nos puede ayudar a reducir estas diferencias entre países. Por lo tanto, para aumentar el nivel de bienestar de las personas y reducir los niveles de pobreza a nivel mundial, es vital comprender cuáles son los determinantes del crecimiento económico.

El trabajo se divide en tres partes. En la primera parte se habla de los conceptos básicos sobre el crecimiento: su significado y cómo medirlo, para pasar a hablar de las distintas explicaciones que han ido apareciendo a lo largo de la historia de la teoría del crecimiento.

En la segunda parte, se desarrolla un modelo matemático para explicar el nivel de renta de los países siguiendo el modelo de Solow, pero con una función de producción aumentada que incluye el capital humano, de la forma que se hace en Mankiw (1992). De esta forma se determina que el nivel de renta per cápita depende de la tasa de ahorro, la tasa de crecimiento de la población, el nivel de capital humano, la tasa de avance técnico y la tasa de depreciación del capital. Sin embargo, las diferencias entre países de las dos últimas son consideradas constantes. Una vez obtenidas las variables se pasa a realizar un análisis descriptivo de las variables y a consultar la literatura existente para determinar si concuerda con las conclusiones de nuestro modelo.

En la tercera parte se realiza un análisis econométrico a partir de la función obtenida en el modelo matemático. Se comprueba que la tasa de crecimiento de la población no es una variable significativa, por lo que se pasa a realizar otro modelo econométrico sin esta variable y se comprueba que este tiene una bondad de ajuste superior al modelo original. Se pasa a comprobar si el modelo cumple todas las hipótesis clásicas y se observa que el modelo experimenta Heteroscedasticidad. En consecuencia, se vuelve a estimar el modelo, pero con

las varianzas del estimador MCO calculadas con la matriz de varianzas-covarianzas robusta de White.

Por último, se realizan las conclusiones del trabajo y se expone la bibliografía consultada.

2. El crecimiento económico

2.1.- Cuestiones previas sobre crecimiento económico

Es importante tener claros algunos conceptos claves antes de poder determinar cuáles son los determinantes del crecimiento económico. Siguiendo las ideas de Borondo (2018) y de Robert Barro y Xavier Sala-i-Martin (2003), se definirá qué es el crecimiento y por qué es tan importante.

Qué es el crecimiento económico

El crecimiento económico es el incremento del tamaño de la economía de un lugar concreto durante un periodo de tiempo determinado. El Producto Interior Bruto (PIB), que refleja el valor de todos los productos y servicios generados en ese país, suele utilizarse para determinar el tamaño de una economía. Sin embargo, un aumento en los precios por sí solo puede hacer que aumente el PIB incluso si no hay un aumento en la producción de bienes y servicios. Por lo tanto, es crucial distinguir entre términos nominales y reales. El crecimiento del PIB nominal mide el incremento del valor de la producción de un país en valor monetario a precios de mercado. Refleja el incremento de la producción, más el incremento de los precios. Por ello, es más relevante hablar del PIB real, el cual refleja la producción de bienes y servicios producidos, excluyendo el efecto de los cambios de precio. Esto hace que describa con más precisión la producción real de un lugar comparada con otro momento. Reserve Bank of Australia (s.f.)

Por qué es importante

El tamaño de una economía es probablemente el mayor factor de bienestar de una sociedad. Una economía desarrollada significa que los ciudadanos son

capaces de satisfacer sus necesidades de consumo y desarrollar sus vidas plenamente. Y es que, de hecho, el PIB está altamente relacionado con indicadores de salud, educación y bienestar.

Sin embargo, la distribución de ingresos entre los distintos países es extremadamente desigual. Los países con menores niveles de PIB per cápita no son capaces de satisfacer las necesidades básicas de sus ciudadanos, la pobreza es generalizada, los niveles de educación y de salud son muy bajos, y la esperanza de vida es mucho menor.

Para comprender por qué los niveles de vida entre los distintos países son tan dispares, es vital entender cuáles son las causas de las diferencias entre los niveles de crecimiento a largo plazo de los países.

Cuando existen pequeñas diferencias en las tasas anuales de crecimiento durante décadas, el efecto acumulado que tienen es muy grande. Por ello el crecimiento económico es probablemente el tema más importante que atañe a la macroeconomía, ya que tiene un impacto mucho más fundamental sobre el nivel de ingresos individuales de cada persona y sobre el bienestar de la población que cualquier fluctuación a corto plazo, como el ciclo económico.

Comprender cuáles son los componentes del crecimiento económico es por tanto una tarea fundamental para entender mejor las causas de las diferencias entre países y así buscar soluciones que permitan a los países menos desarrollados alcanzar mayores niveles de riqueza y bienestar, y, en consecuencia, reducir la pobreza a nivel mundial. Por esta razón este trabajo se centra en analizar cuáles son los componentes que realmente determinan el crecimiento de un país.

2.2.- Teorías sobre el crecimiento

Las teorías del crecimiento son aquellas que tratan de explicar de dónde surgen los procesos de crecimiento de la producción, o renta, de los países y explicar así las diferencias que existen entre ellos. Para explicar las distintas teorías

sobre el crecimiento, centrándose en las teorías modernas, se siguen las ideas de Borondo (2018) y de Robert Barro y Xavier Sala-i-Martin (2003).

Teorías clásicas

La Economía desde sus orígenes ha tratado de explicar por qué unos países eran más ricos que otros, o, en otras palabras, esta siempre ha tratado de entender de dónde surgía *la “riqueza de las naciones”*. Y es que el famoso libro de Adam Smith es uno de los primeros escritos que trata de entender de dónde surgen las diferencias entre las economías de los distintos países. Para Adam Smith los principales componentes del crecimiento eran la acumulación de capital y el uso más intensivo de este a través de la especialización del trabajo. Sin embargo, también habla de la importancia del comercio internacional, la educación o las instituciones.

Tal y como expresan Robert Barro y Xavier Sala-i-Martin, los *“economistas clásicos, como Adam Smith (1776), David Ricardo (1817) y Thomas Malthus (1798) y, mucho más tarde, Frank Ramsey (1928), Allyn Young (1928), Frank Knight (1944) y Joseph Schumpeter (1934), proporcionaron muchos de los ingredientes básicos que aparecen en las modernas teorías del crecimiento económico. Estas ideas incluyen los enfoques básicos de la competencia comportamiento y dinámica del equilibrio, el papel de los rendimientos decrecientes y su relación a la acumulación de capital físico y humano, la interacción entre el ingreso per cápita y la tasa de crecimiento de la población, los efectos del progreso tecnológico en las formas de mayor especialización del trabajo y descubrimientos de nuevos bienes y métodos de producción, y el papel del poder de monopolio como incentivo para el avance tecnológico.”* (Economic Growth. 2ª Ed, 2003, Pág. 16).

Sin embargo, lo que concierne a este trabajo son las teorías de crecimiento modernas comenzando a partir de la década de los 50, con la publicación por parte de Solow y Swan de su modelo de crecimiento neoclásico.

Modelo de Solow

Este modelo parte de la premisa de que el crecimiento económico surge como consecuencia de la acumulación de capital y que esta, a su vez, aparece gracias a la inversión, o lo que es lo mismo, al ahorro. Desarrollando matemáticamente el modelo de Solow de una forma muy simplificada, según Borondo (2018), podemos obtener conclusiones muy importantes para el crecimiento económico de un país.

El modelo de Solow asume una función de producción neoclásica, es decir, con rendimientos constantes de escala y productividades marginales de los factores positivas pero decrecientes. Para ejemplificar esta función se usa una función de producción Cobb-Douglas de la forma:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1$$

Esta función muestra cómo la producción de ingresos depende de la cantidad de factores utilizados, Capital (K) y Trabajo (L), así como de la productividad del trabajo (A).

En términos absolutos, la economía seguirá creciendo si se añade el otro factor productivo Trabajo. Es decir, si la población crece, la economía seguirá creciendo. Por simplicidad, se asume que la población coincide con el número de trabajadores. Por lo tanto, si en vez de tener en cuenta términos absolutos se habla en términos per cápita ($y = \frac{Y}{L}$, $k = \frac{K}{L}$), el nivel de ingresos per cápita (y) dependerá únicamente del stock de capital por trabajador (k) y la eficiencia del trabajo (A). Se obtiene así la función de producción per cápita:

$$y = Ak^\alpha$$

A su vez, el modelo de Solow establece que la acumulación de capital en una economía depende positivamente de la cantidad que se invierta en acumular capital. Además, considera que toda la cantidad de ahorro en la economía es invertida ($S=I$). Por lo tanto, la acumulación de capital dependerá positivamente del ahorro (S), definido como $S = s \cdot Y$, por lo tanto, se verá directamente relacionado por la tasa de ahorro de la economía.

Por otra parte, la acumulación de capital dependerá negativamente de distintos factores. La tasa de depreciación del capital (δ) será clave, ya que todo el capital que se deprecie reduce el nivel de stock de capital de la economía y para mantenerlo estable, se debe reponer todo ese stock. A su vez, el nivel de stock por trabajador (o per cápita como se ha asumido anteriormente) dependerá negativamente de la tasa de crecimiento de la población. A mayor número de trabajadores, mayor stock total de capital necesario para mantener la cantidad de capital por trabajador.

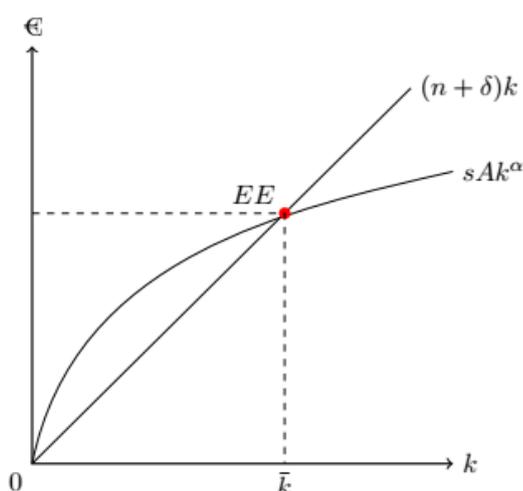
Entonces, se llega a la ecuación fundamental de acumulación del capital de la economía:

$$\hat{k} = sAk^\alpha - (\delta + n)k$$

El primer sumando de la ecuación es la tasa de ahorro por la producción per cápita de la economía, es decir, el ahorro per cápita. Ya que se asume que todo el ahorro es invertido, el primer sumando es equivalente a la inversión que se realiza per cápita. El segundo sumando es la inversión necesaria para reponer el capital y mantenerlo constante. Si el primer sumando supera al segundo, se invertirá más de lo que es necesario para reponer, por lo que el stock de capital aumentará, y viceversa en el caso contrario.

Así pues, en el punto en el que ambos sumandos coincidan, el capital dejará de incrementar. Y es que la acumulación tiene un límite, por lo que una vez que la economía alcance este punto, el crecimiento se frena y, en consecuencia, la producción per cápita se mantiene estable.

Gráfico 2.1: Representación del modelo de Solow



Fuente: Elaboración propia a partir de *Macroeconomía Intermedia*. Borondo (2018). Pág. 180.

Este fenómeno tiene su explicación en los rendimientos decrecientes del capital, que hacen que llegue un punto en el que la depreciación del capital es igual a la inversión y se alcance un estado con crecimiento neutro, o “estado estacionario” (EE). En este punto el stock de capital permanece constante y la única forma de alcanzar un punto distinto es a través de un cambio en la tasa de ahorro que lleve a la economía hacia un nuevo estado estacionario. Sin embargo, existe para toda economía una tasa de ahorro óptima que maximiza el consumo de sus individuos, llamada *tasa de oro*.

Llegado a este punto estacionario, sólo existe una forma de conseguir crecimiento indefinido: el progreso técnico. El avance tecnológico permite obtener mayores rendimientos del capital, es decir, se obtiene mayor *output* con la misma cantidad de recursos. Así pues, este es el único factor que puede proporcionar un crecimiento indefinido a la economía. Sin avance técnico la economía no puede crecer en el largo plazo.

Por lo tanto, las principales conclusiones que se pueden obtener del modelo de Solow son: primero, que los países acumularán capital hasta que lleguen a un estado estacionario determinado por su tasa de ahorro. Los países con menores niveles de ingreso per cápita, crecerán a ritmos mayores que aquellos países con mayor stock de capital. En segundo lugar, el crecimiento tecnológico es la

clave para que los países crezcan a largo plazo. Tercero, tanto la tasa de depreciación como la tasa de crecimiento de la población afectarán negativamente al nivel de ingresos per cápita de la economía de un país. (Borondo, 2018) (Barro, R. y Sala-i-Martin, X.; Economic Growth, 2003).

Deficiencia del modelo neoclásico

El modelo neoclásico funcionaba para explicar por qué algunos países crecen a tasas superiores que otros. Sin embargo, Solow posteriormente a la publicación de su modelo de crecimiento realizó estudios empíricos para comprobar su validez. En 1957, tres años más tarde de la publicación de su modelo, publicó *“Technical Change and the Aggregate Production Function”* (Solow 1957) en el que realiza un estudio sobre el crecimiento de los Estados Unidos para el periodo 1909-1949. Tal y como escribe:

“La producción bruta por hora-hombre se duplicó durante el intervalo [1909-1949], con un porcentaje del incremento del 87,5% atribuible al avance técnico y el porcentaje restante del 12,5% al aumento del uso del capital.” (Solow 1957)

Es decir, el mismo Solow, pocos años más tarde de la publicación de su modelo, concluye que el 87,5% del crecimiento del periodo estudiado se deben al avance técnico. Por lo tanto, el modelo de Solow presenta una gran deficiencia y es que, el que es considerado como el mayor y más fundamental factor de crecimiento, el avance técnico, es un factor externo. Por lo tanto, el modelo de Solow sólo es capaz de explicar de dónde proviene ese 12,5% del crecimiento económico. Este resultado, por lo tanto, fue considerado insatisfactorio. En la década de los 50 y 60 hubo un gran número de estudios empíricos sobre la contabilidad del crecimiento de diferentes países, épocas y tipos de datos.

La literatura sobre el crecimiento económico, sin embargo, se estancó en la década de los 70, ya que, en el contexto de la crisis del petróleo y la consecuente crisis internacional, la macroeconomía se centró más en las fluctuaciones a corto plazo que en el crecimiento a largo.

No fue hasta finales de los años ochenta cuando los economistas, insatisfechos con la explicación de un progreso técnico exógeno dada por el modelo de Solow, buscan explicar este componente desde dentro del propio sistema económico, es decir, “endogeneizarlo”. (Gehrke, C., 2022).

Modelos de crecimiento endógenos

Como describen Robert Barro y Xavier Sala-i-Martin (2003) en el libro *Economic Growth*, capítulo 1.3 *Models of Endogenous Growth*, la búsqueda por explicar el componente tecnológico dentro del modelo dio lugar a un nuevo boom en la literatura sobre el crecimiento con los modelos de crecimiento endógeno. Según estos, la inversión en capital humano, educación e innovación es clave en el crecimiento de la economía. En 1986 llega la primera explicación de manos de Paul Romer con su artículo “*Rendimientos crecientes y crecimiento a largo plazo*” (Romer, 1986). En él, enfatiza la generación de nuevas ideas como consecuencia de la Investigación y Desarrollo (I+D) de las empresas. En sus propias palabras: “[La] idea básica de que existe un intercambio entre el consumo de hoy y el conocimiento que puede usarse para producir más consumo mañana” (Romer, 1986, pp.1015). En 1988, Lucas publica otro modelo de crecimiento endógeno que se centra en la acumulación de capital humano.

Más tarde, surge el modelo AK a partir de las ideas de Rebelo (1991). Cuya idea principal es dejar de asumir rendimientos decrecientes del capital. Entonces, debido a que el retorno de la inversión en bienes de capital presenta rendimientos constantes, el crecimiento puede mantenerse de forma indefinida. La idea de rendimientos constantes del capital puede parecer poco realista, pero cobra más sentido si se entiende el capital en un sentido más amplio que incluye también el capital humano. (Gehrke, C., 2022).

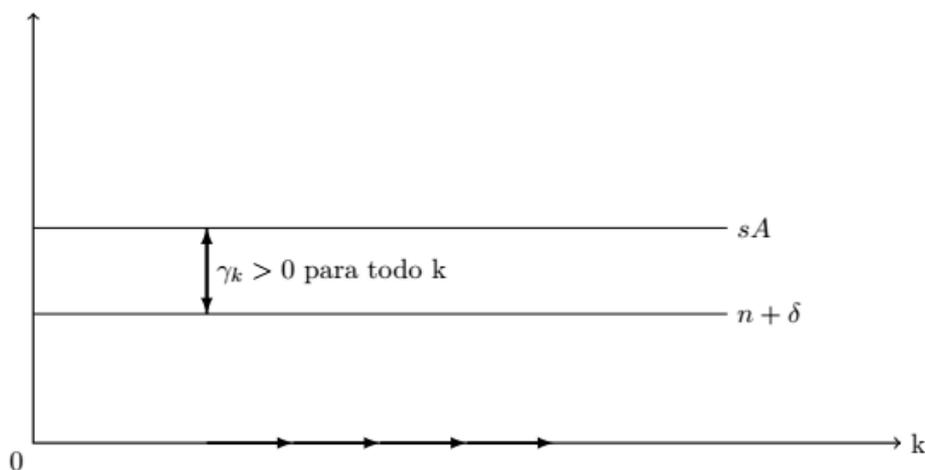
En una versión simple del modelo, se parte de una función de producción lineal que no presenta rendimientos decrecientes del capital: $Y = AK$

De forma similar al modelo de Solow, se obtiene la ecuación fundamental del modelo sobre la tasa de crecimiento del capital:

$$\hat{k} = sA - (n + \delta)$$

Y se llega a la conclusión de que todas las variables crecerán a una tasa constante, dada por: $\gamma^* = sA - (n + \delta)$

Gráfico 2.2: Modelo AK



Fuente: Elaboración propia a partir de *Economic Growth Barro, Sala-i-Martin (2003) pág. 64.*

Como señalan Barro y Sala-i-Martin (2003, pp. 66): “El modelo AK ofrece un crecimiento endógeno al evitar la disminución de los rendimientos del capital en el largo plazo. Esta función de producción particular también implica, sin embargo, que la producción marginal y los productos medios del capital son siempre constantes y, por lo tanto, que las tasas de crecimiento no presentan la propiedad de convergencia. Es posible conservar la característica de rendimientos constantes para capital a largo plazo, mientras se restaura la propiedad de convergencia, una idea planteada por Jones y Manuelli (1990).”

3. Factores explicativos del crecimiento económico

Para explicar las diferencias entre países en el nivel de renta per cápita o PIB per cápita, este trabajo se basa en el estudio realizado por Mankiw, Gregory, Romer y Weil (1992). En él se realiza un análisis empírico de las diferencias entre países para los años 1960 y 1985. Para realizar este estudio, desarrollan un modelo explicativo del crecimiento basado en el modelo de Solow, pero partiendo de una función de producción Cobb-Douglas que incluye el capital humano como otro factor productivo. La función obtenida establece que los componentes que determinan la renta per cápita de un país para un año concreto son: la tasa de ahorro, la tasa de crecimiento de la población, la tasa de progreso técnico, la tasa de depreciación del capital y el nivel de capital humano del país. Sin embargo, el estudio parte del supuesto de que tanto la tasa de progreso técnico como la tasa de depreciación no varían entre países. En cuanto a la tasa de avance de la tecnología se considera que *“el avance del conocimiento no es específico de ningún país. Y tampoco hay ninguna razón importante para esperar que las tasas de depreciación varíen mucho de un país a otro, ni existen datos que nos permitan estimar las tasas de depreciación específicas de un país”* (Mankiw 1992).

A partir de la función de regresión obtenida, el estudio realiza un análisis empírico para 3 grupos de países. El primero, una amplia muestra de 98 países que excluye a aquellos países cuya mayor industria sea el petróleo. El segundo, con 75 países excluyendo aquellos países con menos de 1 millón de habitantes para evitar problemas de medición. Y el tercer grupo, con 22 países de la OCDE que tengan más de 1 millón de habitantes.

Los resultados obtenidos respaldan el modelo de Solow. Se corrobora que el coeficiente de ahorro es positivo y el del crecimiento de la población es negativo. También se corrobora que las diferencias entre países en sus tasas de ahorro y de crecimiento de la población explican en gran parte las diferencias entre el nivel de renta per cápita de los países.

El modelo de Solow parte de una función de producción neoclásica de tipo Cobb-Douglas que, como se ha explicado anteriormente, supone asumir rendimientos

constantes de escala y productividades marginales de los factores positivas pero decrecientes. (Borondo, 2018).

La función que se utiliza en Mankiw et al. (1992), sin embargo, es una función ampliada que añade el capital humano como otro factor de producción. De la forma:

$$Y = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad 0 < \beta < 1$$

En términos per cápita:

$$y = Ak^\alpha h^\beta$$

Donde Y es la producción bruta del país, K el stock de capital físico, H el stock de capital humano, A el nivel de tecnología y L el número de trabajadores.

Definiendo s_k como la fracción de la renta que es invertida en capital físico y s_h la parte invertida en capital humano. Llamando "n" a la tasa de crecimiento de la población, "g" al avance técnico y "δ" a la tasa de depreciación del capital y desarrollando de igual forma que en el modelo de Solow, se llega a las ecuaciones de acumulación del capital físico y capital humano respectivamente:

$$\dot{k}(t) = s_k \cdot y(t) - (n + g + \delta) \cdot k(t)$$

$$\dot{h}(t) = s_h \cdot y(t) - (n + g + \delta) \cdot h(t)$$

El estudio de Mankiw (1992) asume que todos los países han alcanzado ya su propio estado estacionario. Por lo tanto, las ecuaciones que definen tal estado estacionario, es decir, donde no hay crecimiento del capital ($\dot{k}(t) = 0, \dot{h}(t) = 0$), serán:

$$k^* = \left(\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}, \quad h^* = \left(\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}$$

Si se sustituyen las ecuaciones anteriores en la función de producción y se toman logaritmos, se obtiene una ecuación de renta per cápita similar a la del modelo de Solow. Combinándolo con la ecuación del nivel de capital humano en el estado estacionario se obtiene la expresión última del nivel de renta per cápita del país:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_k) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n+g+\delta) + \frac{\beta}{1-\alpha} \ln(h^*)$$

Esta ecuación, según Remolina et al. (2014), se puede simplificar de la siguiente forma y nos da la función definitiva que se va a utilizar en este trabajo como base para el modelo econométrico a estimar:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(s) - \beta_2 \cdot \ln(n) + \beta_3 \cdot \ln(h)$$

3.1 Fuente de los datos

Todas las series de datos se han obtenido del Banco Mundial. Inicialmente se trataba de una muestra de 266 países o grupo de países, de los cuales se eliminaron todos los micropaíses, las agrupaciones de países o aquellos países que no tenían todos los datos disponibles. La muestra de países final con la que se va a trabajar cuenta con 144 países para cada una de las variables. El año utilizado en todas las series es 2018, de tal forma que se evitan las perturbaciones en la economía causadas por la pandemia de Covid19. Las series de datos utilizadas son:

Tabla 3.1: Variables del modelo

Variables	Fuente datos	Definición
Renta per cápita (y)	Banco Mundial. PIB per cápita (2018), Paridad de Poder Adquisitivo, precios constantes en dólares americanos de 2017.	<i>“PIB per cápita basado en la paridad del poder adquisitivo (PPA). El PIB PPA es el producto interno bruto convertido a dólares internacionales utilizando las tasas de paridad del poder adquisitivo. [...] El PIB a precios de comprador es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en el país más los impuestos sobre los productos y menos los subsidios no incluidos en el valor de los productos. Se calcula sin hacer deducciones por depreciación de bienes fabricados o por agotamiento y degradación de los recursos naturales. Los datos están en dólares internacionales constantes de 2017.” – Banco Mundial (2018).</i>

Tasa de Ahorro (s)	Datos de cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos de cuentas nacionales de la OCDE (2018).	Ahorro bruto como porcentaje del PIB. <i>“El ahorro bruto es calculado como el ingreso nacional bruto restando el consumo total, más transferencias netas.” - Banco Mundial (2018).</i>
Tasa de crecimiento de la población (n)	Banco Mundial. Tasa de crecimiento anual de la población (2018).	<i>“La tasa de crecimiento anual de la población para el año t es la tasa exponencial de crecimiento de la población a mitad de año desde el año t-1 hasta el año t, expresada como porcentaje. La población se basa en la definición de población de facto, que cuenta a todos los residentes independientemente de su estatus legal o ciudadanía.” – Banco Mundial (2018).</i>
Capital Humano (h)	Human Capital Index del Banco Mundial (2018).	<i>“El HCI calcula las contribuciones de la salud y la educación a la productividad del trabajador. El puntaje final del índice varía de cero a uno y mide la productividad como futuro trabajador de un niño nacido hoy en relación con el punto de referencia de plena salud y educación completa.” – Banco Mundial (2018).</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de las definiciones del Banco Mundial (2018).

3.2. Análisis descriptivo de los factores

Una vez planteado el modelo teórico que se va a utilizar para establecer cuáles son los factores determinantes del nivel de renta per cápita de un país, se pasa a realizar un análisis descriptivo de sus componentes.

Tabla 3.2: Análisis descriptivo de las variables

	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación Estándar	Obs.
PIBpc	22.906,34	14.042,76	13.2373,54	761,52	23.624,59	144
s	22,81	22,19	65,78	-11,26	10,59	
n	1,32	1,26	4,92	-1,72	1,16	
h	0,58	0,58	0,89	0,32	0,15	

Fuente: Banco Mundial (2018). Elaboración propia.

Regresores:

Tasa de Ahorro (s)

El ahorro es la cantidad de ingreso que no se destina a consumo inmediato y se guarda para consumo futuro o diferido. La tasa de ahorro por su parte es la proporción de la renta que es destinada al ahorro en vez de a consumo presente.

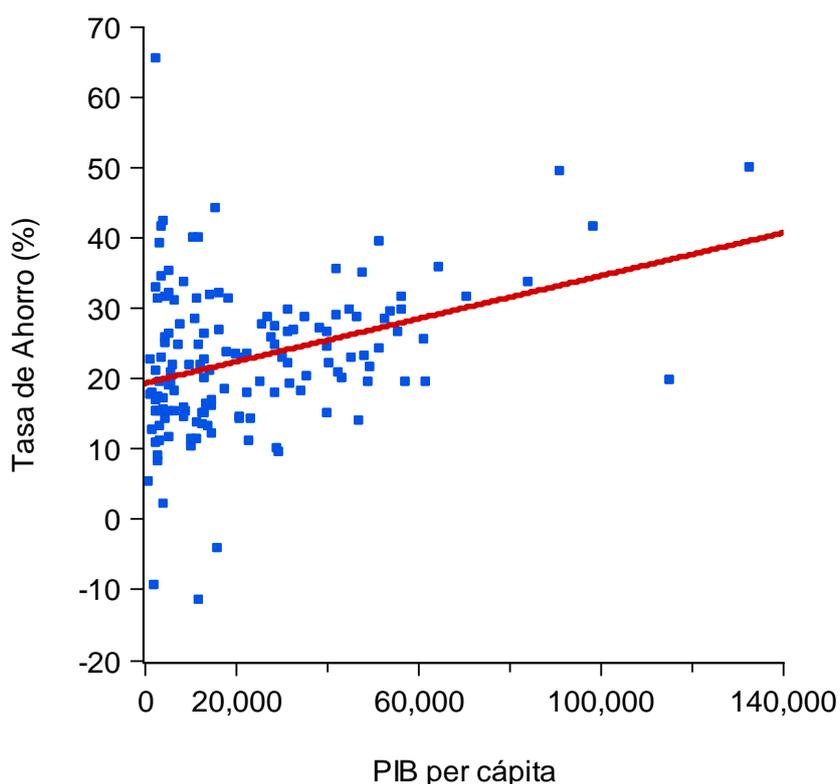
En el modelo de crecimiento de Solow, la tasa de ahorro es la que determina el punto estacionario de una economía. Cuanto mayor sea la tasa de ahorro, mayor será la inversión y, por tanto, mayor inversión en capital se realizará y mayor será el stock de capital. A mayor stock de capital, mayor será el nivel de renta per cápita y mayor será la cantidad de renta disponible para consumir. Sin embargo, ya que el ahorro es renta no consumida, si la tasa de ahorro fuese del 100%, no habría ningún ahorro. Por lo que existe un punto óptimo que maximiza el consumo, esta tasa se denomina *Tasa de Oro*. En lo relevante a este trabajo, según el modelo de Solow existe una relación directa entre la tasa de ahorro y el nivel de renta.

En el modelo de AK, como se ha explicado anteriormente una tasa de ahorro superior aumenta la inversión y al no existir rendimientos decrecientes del

capital, una mayor tasa de ahorro incrementa la tasa de crecimiento de la economía.

La literatura consultada afirma que existe relación directa entre ahorro y crecimiento. Una mayor tasa de ahorro, a través de una mayor inversión, explica una mayor acumulación de capital. El estudio empírico de Barro (1991) confirma que una mayor acumulación de capital determina, en gran parte, las diferencias en el crecimiento entre países. Según De Long (1991) la inversión en maquinaria y equipos es el componente de la inversión que presenta una mayor asociación con el crecimiento, ya que observa que *“entre 1960 y 1985, cada porcentaje adicional del PIB invertido en equipos está asociado con un aumento en el crecimiento del PIB de un tercio de punto porcentual por año.”*

Gráfico 3.1: Tasa de ahorro respecto PIB per cápita



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Para la muestra utilizada en este trabajo, se observa que existe una relación directa entre la tasa de ahorro y el PIB per cápita de un país. Aparentemente, una tasa de ahorro sí parece implicar un nivel de renta per cápita superior. La

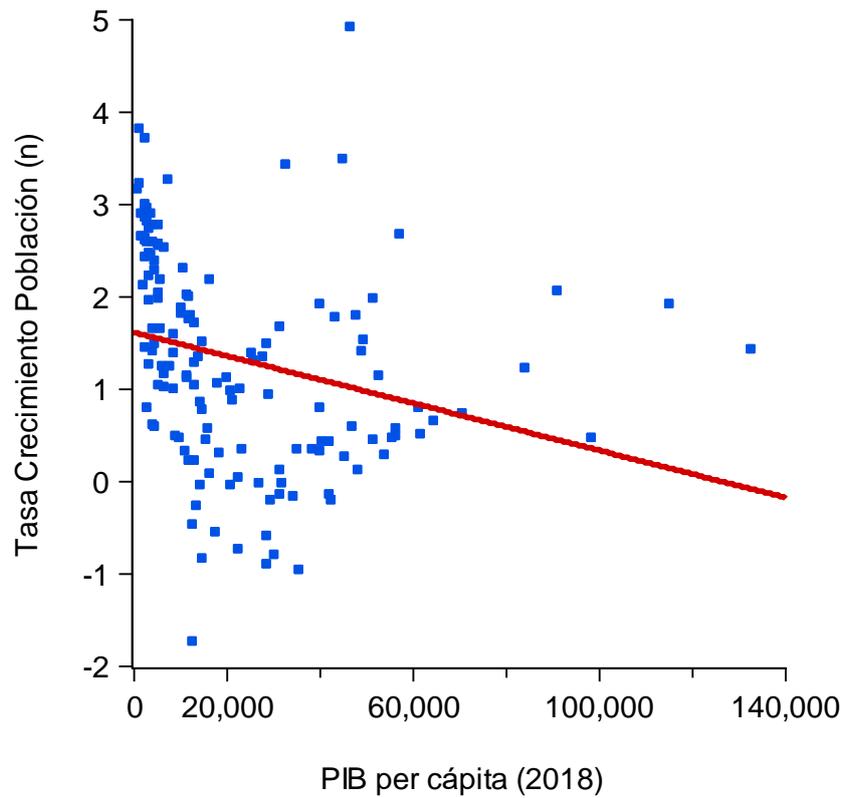
tasa de ahorro y el PIB per cápita, para el conjunto de países de los datos, muestran un coeficiente de correlación de 0,34.

Tasa de Crecimiento de la Población (n)

Tiene sentido pensar que existe una relación positiva entre la tasa de crecimiento de la población y el crecimiento de la economía, ya que un aumento de la población hará que aumente el factor productivo Trabajo y, en consecuencia, hará que aumente la producción absoluta del país. Una mayor tasa de crecimiento de la población está relacionada con un aumento del porcentaje de la población en edad de trabajar, afectando positivamente al crecimiento (Próchniak, M., 2011). Sin embargo, cuando se tiene en cuenta los niveles per cápita la cosa cambia. Según Bloom et al. (2001), un incremento de la población afectará negativamente al crecimiento en el largo plazo, ya que el capital no crece a la misma tasa que la población, por lo que si esta crece habrá un menor nivel de stock de capital por trabajador. Por lo tanto, es posible que ambos efectos se anulen o hagan que su impacto se reduzca. Además, es posible que la estructura de edad de los países tenga un efecto muy importante. Tal y como afirma Bloom et al. (2001): *“Ya que el comportamiento económico de la gente varía en las diferentes etapas de su vida, los cambios en la estructura de edad de un país pueden tener efectos significativos sobre su desempeño económico.”* Por lo tanto, la literatura es ambigua en este sentido.

Según los datos analizados sí parece observarse una relación negativa entre la tasa de crecimiento de la población y el nivel de renta per cápita, tal y como afirma el modelo teórico utilizado. Los datos muestran un coeficiente de correlación entre la tasa de crecimiento de la población y el nivel de PIB per cápita para 2018 de un - 0.26.

Gráfico 3.2 Tasa de crecimiento de la población respecto al PIB per cápita

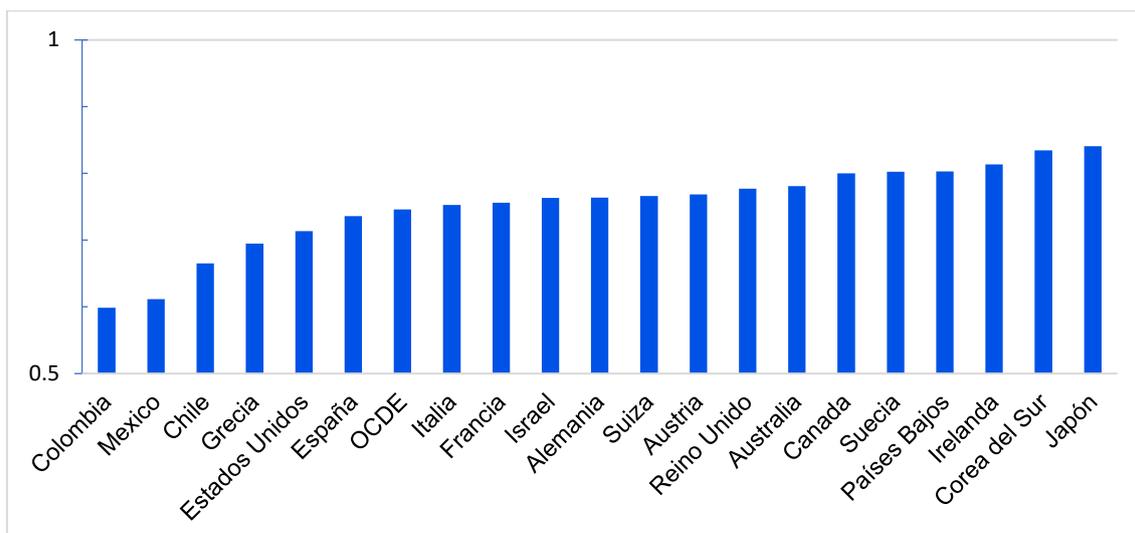


Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Capital Humano (h)

Durante las últimas tres décadas la literatura del crecimiento le ha ido asignando un papel más relevante al Capital Humano a la hora de determinar la tasa de crecimiento y el nivel de renta per cápita de la economía.

Gráfico 3.3: Índice de capital humano



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

De acuerdo con Wilson, R. A. y Briscoe, G. (2004) existe una evidencia fuerte de que un mayor nivel educativo aumenta la productividad y, en consecuencia, el crecimiento económico. *“Sianesi y Van Reenen (2000) concluyeron que un aumento general del 1 % en las tasas de matriculación escolar conduce a un aumento del crecimiento del PIB per cápita de entre el 1 y el 3 %. Un año adicional de educación secundaria que aumenta el stock de capital humano [...] conduce a un aumento de más del 1 % en el crecimiento económico cada año”.* Wilson, R. A. y Briscoe, G. (2004).

Barro (2003) realiza un estudio comparativo entre países entre los años 1965 – 1995, donde concluye que la media de años de escolaridad son uno de los factores determinantes del crecimiento económico.

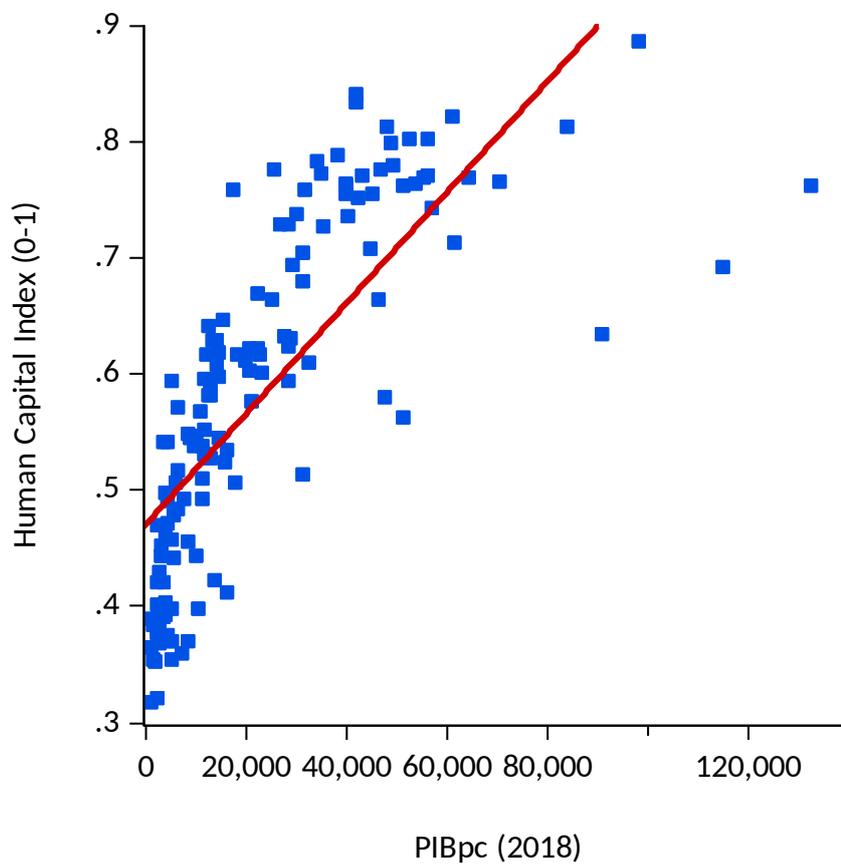
En este trabajo se ampliará la descripción de capital humano de Mankiw et al. (1992), que describe el capital humano como únicamente el nivel de educación. Se incluirá también el efecto de la salud pública sobre el capital humano ya que esta es un determinante fundamental de la productividad de los trabajadores.

El proxy del nivel de capital humano de un país utilizado en este trabajo, el Índice de Capital Humano del Banco Mundial, además de los niveles de educación,

incluye también “las contribuciones de la salud [...] a la productividad del trabajador” (Banco Mundial, 2018).

Analizando los datos de PIB per cápita y el Índice de Capital Humano como proxy se observa que sí parece haber una fuerte relación positiva entre ambas variables, ya que su coeficiente de correlación es de 0,76.

Gráfico 3.4: Capital humano respecto PIB per cápita



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

4. Análisis econométrico

4.1.- Modelo econométrico

Se han analizado tres modelos econométricos distintos, cuyos resultados aparecen recogidos en la tabla 4.1. El primero (1), es un modelo completo analizando la función de regresión obtenida en el modelo matemático explicativo (Mankiw et al., 1992). Este tiene un R^2 ajustado de 0,7876. Sin embargo, se puede observar que la variable LN (logaritmo sobre tasa crecimiento población), no es significativa de forma individual. (p -valor=0.86 > 0,05). Por lo que se realiza una nueva estimación con otro modelo (2) que no incluya la variable LN . Éste muestra un R^2 ajustado de 0,789, superior al anterior. Por último, se estima un tercer modelo (3), que únicamente incluye al regresor LH (logaritmo sobre capital humano). Esta muestra un R^2 ajustado de 0,7868, inferior al resto. Por lo tanto, concluimos que se comete un error de emisión si se elimina el regresor LS (logaritmo sobre la tasa de ahorro), pero no si se elimina LN . Por lo tanto, ya que el modelo (2) tiene el mayor coeficiente de determinación R^2 ajustado, será el elegido.

El modelo 2 elegido es la estimación del logaritmo neperiano del PIB per cápita en función de los logaritmos neperianos de las variables del nivel de capital humano y de la tasa de ahorro. Expresado matemáticamente:

$$\ln[y] = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(s) + \beta_2 \cdot \ln(h) + \varepsilon$$

$$\widehat{\ln[y]} = 11,155 + 0,205 \cdot \ln(s) + 3,932 \cdot \ln(h)$$

Tabla 4.1: Resultados de los modelos de regresión estimados por MCO

Variable dependiente: LOG(PIB)

Regresor	(1)	(2)	(3)
Constante	11,1685*** (0,4192)	10,9774*** (0,3664)	11,7426*** (0,1087)
LH	3,9538*** (0,2375)	3.8028*** (0,1774)	3,9133*** (0.1702)
LS	0,2042* (0,115)	0.2284* (0,1053)	
LN	0,01256 (0,0728)		
Estadísticos de resumen			
R cuadrado	0,7929	0,7919	0,7882
R cuadrado ajustado	0,7876	0,7892	0,7868
Estadístico F	150,55***	262,58***	528,57***
p-valor	0,0000	0,0000	0,0000

Entre paréntesis ser recogen las desviaciones típicas estimadas.

Los coeficientes son estadísticamente significativos de forma individual al 10%, 5%** o al 1%***.*

4.2. Cumplimiento de las Hipótesis Clásicas

Una vez especificado el modelo (2) que se va a utilizar, se analiza el cumplimiento de las hipótesis clásicas de linealidad del modelo, de normalidad y de homocedasticidad de las perturbaciones. El cumplimiento de estas hipótesis permitirá que el método de mínimos cuadrados ordinarios proporcione los mejores estimadores posibles, es decir, serán estimadores ELIO (Estimador Lineal, Insesgado y Óptimo). Estas propiedades vienen justificadas por el teorema de Gauss-Markov. (Cavero, 2020).

Linealidad en los parámetros

Que la función de regresión sea lineal significa que “*la pendiente de la función de regresión poblacional es constante. Por lo que el efecto sobre Y de un cambio unitario en X no depende del valor de X.*” (Stock et al., 2012, p. 181).

Para detectar si el modelo es lineal o no, se utiliza el contraste de Reset Ramsey. Este especifica un modelo alternativo que incluye una variable adicional Z, formada por “*combinaciones lineales de potencias y productos cruzados de las variables explicativas*” (Cavero, 2020, p. 44), de la forma:

$$Y = X\beta + Z\gamma + u,$$

y contrasta:

$$H_0: \gamma = 0 \quad (\text{linealidad})$$

$$H_1: \gamma \neq 0 \quad (\text{no linealidad})$$

Tabla 4.2: Contraste de Ramsey Reset

Ramsey RESET Test			
Equation: EQ02			
Omitted Variables: Squares of fitted values			
Specification: LOG(GDPPC) LOG(S) LOG(H) C			
	Value	df	Probability
t-statistic	0.977384	118	0.3304
F-statistic	0.955279	(1, 118)	0.3304
Likelihood ratio	0.983685	1	0.3213

Fuente: Elaboración propia con el programa EViews.

El p-valor del estadístico “t” de contraste es superior al nivel de significación habitualmente utilizado ($0.3304 > 0.05$), por lo que no se rechaza la hipótesis nula y, en consecuencia, la especificación lineal del modelo se considera correcta.

Normalidad de las perturbaciones

El incumplimiento de la hipótesis de normalidad no afecta a la obtención del estimador de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Sin embargo, si la perturbación no es normal, este estimador no coincidiría con el de Máxima Verosimilitud, por lo

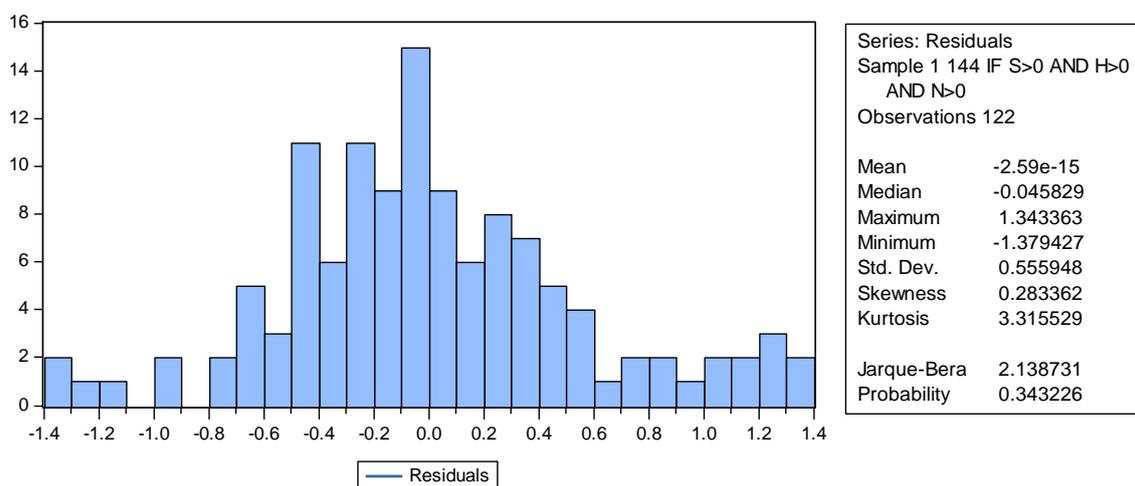
que dejaría de ser el más eficiente y perdería propiedades que cumple adicionalmente por ello y algunos contrastes de hipótesis, como el de la t o la F, dejarían de ser válidos. (Cavero 2020, p. 47).

Para comprobar que las perturbaciones siguen una distribución normal, se utiliza el test de normalidad de Jarque-Bera, el cual examina la discrepancia con la curva campaniforme característica de un modelo normal. El contraste es de la forma:

H_0 : Normalidad

H_1 : No Normalidad

Gráfico 4.1: Histograma de los residuos



Fuente: Elaboración propia con el programa EViews y datos del Banco Mundial

Se comprueba que el p-valor del estadístico de Jarque-Bera es (2.139), muy superior a cualquiera de los niveles de significación habitualmente utilizados. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad y se considera que las perturbaciones sí siguen una distribución normal. En consecuencia, el estimador por Mínimos Cuadrados Ordinarios coincidirá con el de Máxima Verosimilitud y, por tanto, además será eficiente.

Adicionalmente, se observa que el coeficiente de asimetría (skewness) es igual a 0.283, muy cercano a cero, por lo que hay poca asimetría. Y el coeficiente de curtosis, cercano a 3, por lo que hay poca curtosis.

Homocedasticidad de las perturbaciones

El supuesto de homocedasticidad de las perturbaciones significa que estas tienen una varianza constante:

$$\text{Var}(\varepsilon_i) = E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 = \text{Var}(Y_i)$$

En otras palabras, la variación alrededor de la línea de regresión (la línea de la relación promedio entre X y Y) es la misma para todos los valores de X; no aumenta ni disminuye conforme varía X. (Gujarati, 2010, p. 65).

En caso de que no se cumpla, aparecerá la situación contraria conocida como Heteroscedasticidad, que significa que las varianzas no son constantes.

Tabla 4.3: Test de White

Heteroskedasticity Test: White			
Null hypothesis: Homoskedasticity			
F-statistic	4.637084	Prob. F(5,116)	0.0007
Obs*R-squared	20.32268	Prob. Chi-Square(5)	0.0011
Scaled explained SS	22.38595	Prob. Chi-Square(5)	0.0004

Fuente: Elaboración propia con el programa EViews

Se comprueba que el p-valor del estadístico F es (0,0007), muy inferior a los niveles de significación habituales. Por lo tanto, se considera que las perturbaciones no tienen una varianza constante y habrá heteroscedasticidad.

Es normal que aparezca heteroscedasticidad en datos de corte transversal cuando el número de datos es grande. Sin embargo, hay que tenerlo en cuenta para estimar de forma adecuada. Como no se conoce la matriz de ponderación no se puede transformar el modelo de modo que las perturbaciones sean homoscedásticas.

La solución pasa por *“seguir estimando el modelo original por MCO, pero calculando bien los estimadores de las varianzas de $\hat{\beta}$. White desarrolló un procedimiento para calcular las varianzas de los estimadores MCO en presencia de heteroscedasticidad, que permite utilizar distribuciones derivadas de la Normal, que son válidos asintóticamente.*

El estimador consistente de la matriz de varianzas y covarianzas de β de White es:"

$$S_{\hat{\beta}\hat{\beta}}^W = T(X'X)^{-1}\hat{V}(X'X)^{-1} = T(X'X)^{-1}\left[\frac{1}{T}X'ee'X\right](X'X)^{-1} \quad (\text{Cavero, 2020})$$

Por lo tanto, se vuelven a estimar los modelos por MCO, pero con la matriz de varianzas-covarianzas robusta de White. Los resultados se recogen en la tabla 4.2.

Tabla 4.4: Resultados de los modelos de regresión estimados por MCO en presencia de heteroscedasticidad

Variable dependiente: LOG(PIB)

Regresor	(1)	(2)	(3)
Constante	11,1688*** (0,4667)	11,1552*** (0,4616)	11,8531*** (0,1038)
LH	3,9538*** (0,2270)	3.9318*** (0,1879)	4,0397*** (0.1806)
LS	0,2042* (0,1380)	0.2050* (0,1378)	
LN	0,01254 (0,0574)		
Estadísticos de resumen			
R cuadrado	0,7927	0,7927	0,7871
R cuadrado ajustado	0,7874	0,7892	0,7853
Estadístico F de Wald	183,19***	266,01***	500,36***
p-valor	0,0000	0,0000	0,0000

Entre paréntesis ser recogen las desviaciones típicas estimadas robustas a heteroscedasticidad.

Los coeficientes son estadísticamente significativos de forma individual al 10%*, 5%** o al 1%***.

Por lo tanto, el modelo econométrico explicativo final será el modelo 2 con las varianzas del estimador MCO calculadas con la matriz de varianzas-covarianzas

robusta de White. Este modelo estima el logaritmo neperiano del PIB per cápita en función de los logaritmos neperianos de las variables del nivel de capital humano y de la tasa de ahorro.

5. Conclusiones

Una vez realizado el análisis estadístico podemos concluir que la tasa de ahorro y el nivel de capital humano pueden explicar en casi un 80% el nivel de renta per cápita de los países. Además, se pueden obtener otras conclusiones.

En primer lugar, la tasa de crecimiento de la población no es relevante a la hora de determinar el nivel de renta per cápita de un país, contradiciendo al modelo teórico que se había planteado. Esta contradicción era, sin embargo, la más predecible de entre las tres variables explicativas. Ya en el estudio de la literatura relevante, se planteaba que la relación entre la tasa de crecimiento de la población y la renta per cápita era ambigua. La relación negativa planteada por el modelo teórico venía explicada por que un crecimiento de la población provoca que se reduzca la intensidad de capital por trabajador, en caso de que el ritmo de acumulación del capital sea menor que el crecimiento de la población. Un menor stock de capital por trabajador hará que se reduzca la productividad y se reduzca la producción per cápita. Sin embargo, también se planteaba que existen efectos positivos porque una mayor población puede hacer que aumente el nivel de producción per cápita. Una mayor tasa de crecimiento de la población está relacionada con un aumento del porcentaje de la población en edad de trabajar, afectando positivamente al crecimiento (Próchniak, M., 2011). Por lo tanto, es posible que ambos efectos se anulen o hagan que su impacto se reduzca. Además, es posible que la estructura de edad de los países tenga un efecto muy importante. Tal y como afirma Bloom et al. (2001): *“Ya que el comportamiento económico de la gente varía en las diferentes etapas de su vida, los cambios en la estructura de edad de un país pueden tener efectos significativos sobre su desempeño económico.”* Se deja abierto el camino para posibles futuros análisis que estudien el efecto de la estructura de edad de la población sobre el crecimiento económico.

En segundo lugar, se confirma la relación positiva entre la tasa de ahorro y la renta per cápita. Siguiendo la idea principal del modelo de Solow, una tasa de ahorro superior hace que el estado estacionario del país se sitúe en un punto de renta per cápita superior. Por lo tanto, para incrementar la economía de un país es necesario incrementar el porcentaje de ahorro. Esto reduce el consumo a corto plazo, pero debido a que el nivel de renta se incrementa, el consumo a largo plazo acaba siendo superior. Por lo tanto, los ciudadanos deben rechazar consumo presente si quieren incrementar su consumo futuro. Las políticas públicas destinadas al incremento de la tasa de ahorro pueden ser positivas para incrementar los niveles de renta del país.

En tercer lugar, se confirma la importancia del capital humano como determinante del crecimiento económico. Aquellos países con mayores niveles de capital humano tendrán una fuerza laboral más productiva y en consecuencia su nivel de producción será superior. A diferencia del estudio realizado en Mankiw (1992), que sólo usaba la educación como proxy del nivel de capital humano, en este trabajo se ha usado un indicador más amplio, el Human Capital Index del Banco Mundial. Este indicador, además de los niveles de educación, incluye también *“las contribuciones de la salud [...] a la productividad del trabajador”* (Banco Mundial, 2018). Por lo tanto, los niveles de educación de un país, así como los niveles de salud pública, incrementan la productividad general de la economía y, en consecuencia, incrementan los niveles de renta per cápita.

Es importante resaltar la importancia que estos componentes tienen para el crecimiento. Las políticas públicas de los países con menores niveles de renta per cápita deben ir destinadas a aumentar su capacidad de ahorro, para financiar la adquisición de capital físico, y mejorar los niveles de educación y salud, para incrementar su capital humano. Las divergencias de estas variables entre países explican las diferencias en sus niveles económicos. Tratar estos componentes como objetivos fundamentales de toda política de desarrollo, puede servir para reducir estas diferencias, incrementar los niveles de bienestar de las personas y reducir los niveles de pobreza a nivel mundial.

En el caso particular de España, mientras que para el año 2018 los niveles de capital humano se sitúan muy cercanos a los de la media europea –con un HCI de 0,736 respecto a la media europea de 0,743– la tasa de ahorro sigue siendo

inferior –una tasa de ahorro de 22,35% en comparación con la eurozona del 25,31%–. Además, observando el nivel de renta per cápita para el mismo año, se ve que España tiene un PIB per cápita (en Paridad de Poder Adquisitivo) de 40.257\$, inferior a la media de la Unión Europea 46.348\$ (Banco Mundial, 2018).

Por lo tanto, si como se ha concluido en este trabajo, las variables capital humano y tasa de ahorro determinan hasta el 80% del nivel de renta de un país y considerando que el capital humano es igual a la media europea, sólo cabe concluir que una tasa de ahorro inferior a la media europea provoca que España tenga un nivel inferior de PIB per cápita que el resto de países europeos.

Así pues, si no existe convergencia en la tasa de ahorro, es muy difícil que aparezca convergencia en el nivel de PIB per cápita entre España y el resto de países europeos.

6. Bibliografía

- Banco Mundial. (2018). The Human Capital Project. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30498> License: CC BY 3.0 IGO.”
- Barro, R. J. (2003). Determinants of economic growth in a panel of countries. *Annals of economics and finance*, 4, 231-274.
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. I. (2003). *Economic growth*. MIT press.
- Barro, Robert J. (1991) *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, No. 2, pp. 407-443. Oxford University. <http://www.jstor.org/stable/2937943>
- Bloom et al. (2001) - Bloom, David E., David Canning, and Jaypee Sevilla. "Economic Growth and Demographic Transition." *National Bureau of Economic Research* (2001): 6-36. Web. <<http://www.nber.org/papers/w8685.pdf>>.
- Borondo, C. (2018). *Macroeconomía Intermedia*, ed. II. Ediciones Universidad de Valladolid.
- Cavero, J. (2020). *Material Docente de Econometría I*. Universidad de Valladolid.
- De Long (1991) - Equipment Investment and Economic Growth. J. Bradford De Long and Lawrence Summers. *The Quarterly Journal of Economics*, 1991, vol. 106, issue 2, 445-502
- Gehrke, C. (2022). *Material docente de Growth, Innovation and Distribution*. University of Graz.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría*, ed.5ª. McGraw-Hill.
- Hamilton, J. D., & Monteagudo, J. (1998). The augmented Solow model and the productivity slowdown. *Journal of Monetary Economics*, 42(3), 495-509.
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 107(2), 407-437.
- Próchniak, M. (2011). Determinants of economic growth in Central and Eastern Europe: the global crisis perspective. *Post-communist economies*, 23(4), 449-468.
- Rebelo, Sergio T. (1991). Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, 99(3), 500–521.

- Remolina et al. (2014). Remolina, D., Muñoz, E., & Martínez, F. "How Does Savings Rate Affect Economic Growth?"
- Reserve Bank of Australia. (s.f.): "Economic Growth". Disponible en <https://www.rba.gov.au/education/resources/explainers/economic-growth.html>
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of political economy*, 94(5), 1002-1037.
- Sianesi, B.; Van Reenen, J. (2000). The returns to education: a review of the macro-economic literature. London: CEE – Centre for the Economics of Education (LSE) (Discussion paper, DP 6).
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The review of Economics and Statistics*, 312-320.
- Stock, J. H., Watson, M. W., & Larrión, R. S. (2012). *Introducción a la Econometría*.
- Wilson, R. A., & Briscoe, G. (2004). The impact of human capital on economic growth: a review. *Impact of education and training. Third report on vocational training research in Europe: background report*. Luxembourg: EUR-OP, 23.