

Capital humano y crecimiento  
económico: herramientas de política  
en un entorno de desigualdad y  
expectativa de vida endógena

Por: Oscar Iván Ávila Montealegre

Núm. 794  
2013

# Borradores de ECONOMÍA



ta - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Col



## **Capital humano y crecimiento económico: herramientas de política en un entorno de desigualdad y expectativa de vida endógena<sup>1</sup>.**

**Oscar Iván Ávila Montealegre<sup>2</sup>**

### ***Resumen***

*En este documento se plantea un modelo de generaciones traslapadas con agentes heterogéneos y expectativa de vida endógena en el que se analiza la efectividad de la política fiscal para mejorar las condiciones macroeconómicas de un país. Los resultados del modelo evidencian que mediante el rediseño de la estructura fiscal, es posible que una economía pase de una situación con bajo crecimiento, baja expectativa de vida y alta desigualdad, a un equilibrio con mejores indicadores macroeconómicos. De igual forma, se observa la existencia de políticas indeficientes, en el sentido que mediante un cambio en la estructura impositiva y/o distributiva es posible alcanzar un equilibrio con menor desigualdad y mayor crecimiento.*

**Palabras clave:** longevidad, desigualdad, crecimiento económico, política fiscal, educación pública, salud.

**Clasificación JEL:** J10, J31, O40, H2, H52, I1.

### ***Abstract***

*We develop an overlapping generations model with heterogeneous agents and endogenous life expectancy for analyzing the effectiveness of public policy to improve economic conditions of a given economy. The model results show that through changes on the fiscal structure it is possible that an economy moves from an equilibrium with low growth, low life expectancy and high inequality, to a situation with better macroeconomic conditions. Similarly, we observe the existence of inefficient policies, since it is possible to reach a better equilibrium, in terms of income distribution and economic growth, through a modification on tax rates and on the public expenditure distribution.*

**Key words:** longevity, income inequality, economic growth, fiscal policy, public education, health.

**JEL classification:** J10, J31, O40, H2, H52, I1.

---

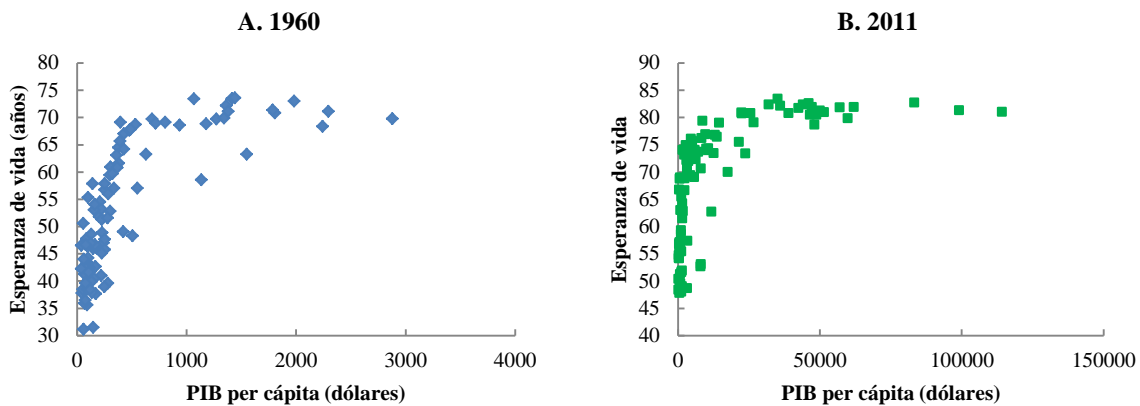
<sup>1</sup> La serie Borradores de Economía es una publicación de la Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República. Los trabajos son de carácter provisional, las opiniones y posibles errores son responsabilidad exclusiva de los autores y sus contenidos no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva

<sup>2</sup> Profesional especializado del departamento de programación e inflación.

## 1. INTRODUCCIÓN.

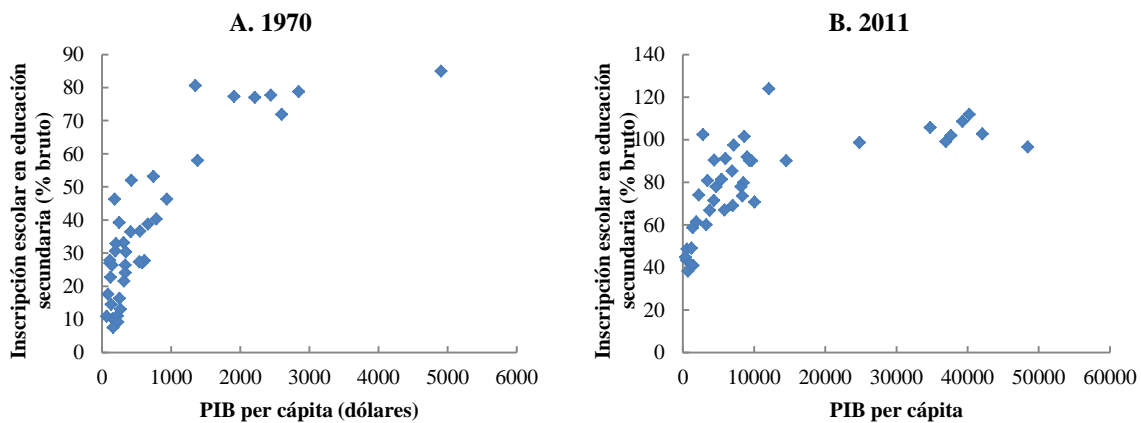
Diversos estudios teóricos y empíricos han encontrado que incrementos en el nivel de capital humano de un país, bien sea por un mejor estado de salud o un mayor nivel educativo, están asociados un mayor crecimiento económico (Mankiw, Romer y Weil (1992)). Algunos ejemplos sobre estas relaciones se encuentran en los gráficos 1 y 2, en donde se observa la relación positiva entre la expectativa de vida al nacer y el PIB per cápita, al igual que entre las tasas de ingreso a la educación (secundaria y terciaria) y el ingreso por habitante.

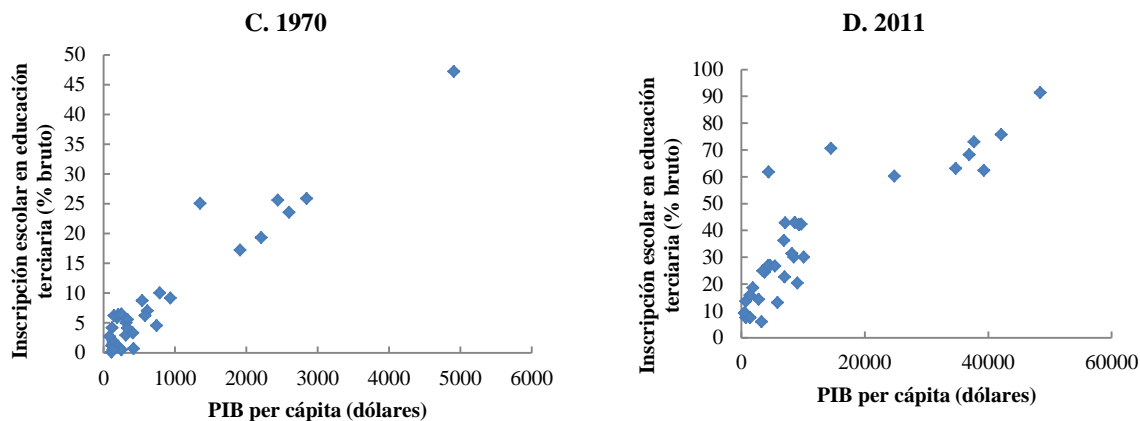
**Gráfico 1. Esperanza de vida al nacer e ingreso per cápita.**



**Fuente:** Banco mundial.

**Gráfico 2. Educación y PIB per cápita.**





**Fuente:** Banco mundial.

De manera similar, se ha argumentado que homogeneizar los niveles de productividad entre los individuos, mediante la inversión en salud y educación, es fundamental para la reducción de las brechas salariales. Bajo este contexto, es posible afirmar que incentivar la acumulación de capital humano genera beneficios tanto públicos como privados, en la medida en que favorece el crecimiento económico, incrementa los salarios reales y reduce la desigualdad.

Teniendo en cuenta que la acumulación de capital humano es costosa, si se quiere incentivar el crecimiento económico (mediante su acumulación) y a su vez reducir las brechas salariales, es necesario que el gobierno contribuya a la financiación de la inversión en educación y/o salud de los individuos con menores ingresos. Sin embargo, esta intervención podría generar un efecto ambiguo sobre el crecimiento, en tanto el mayor gasto público implicaría un incremento en la carga tributaria y podría desincentivar la inversión privada en capital humano. Esta ambigüedad explica parte de la relación no monótona entre desigualdad y crecimiento encontrada por la literatura económica.

En un contexto en el que la inversión en capital humano puede darse por dos vías: gasto en educación y en salud, es posible analizar los efectos sobre la desigualdad y el crecimiento económico de una política pública que invierte en estos dos rubros. Para ello, se plantea un modelo de generaciones traslapadas con agentes heterogéneos, capital humano y expectativa de vida endógena que permite analizar los efectos de distintas estructuras impositivas sobre la desigualdad y el crecimiento. La novedad del estudio es que sirve como herramienta de análisis para el diseño de políticas públicas enfocadas en la inversión en capital humano.

Los resultados del modelo evidencian la existencia de trampas de pobreza, caracterizadas por un bajo crecimiento económico, una alta desigualdad y una baja expectativa de vida. En cuanto a la relación desigualdad – crecimiento económico los resultados del modelo son consistentes con la literatura económica, pues replican un comportamiento no monótono entre estas dos variables.

En relación con el diseño de la política fiscal se evidencia que existen estructuras fiscales ineficientes, en el sentido que mediante un cambio en los impuestos o en la distribución del gasto es posible alcanzar un equilibrio con mayor crecimiento y menor desigualdad. En este sentido, se encuentra que a través de la política pública es posible sacar a una economía de una trampa de pobreza. Finalmente, por el lado de la elección del gasto público entre educación y salud, se observa que la asignación óptima a dichos rubros depende de su importancia relativa en la acumulación de capital humano. En términos generales, los resultados del modelo son robustos a la elección de parámetros.

El documento está organizado en cinco secciones incluyendo esta introducción. En la segunda sección se hace una revisión de literatura sobre algunos trabajos relevantes para el estudio. En la sección tres se plantea y desarrolla el modelo teórico y en la siguiente parte se simula el comportamiento de economías hipotéticas. Finalmente, se concluye.

## **2. ANTECEDENTES.**

Los primeros planteamientos teóricos sobre la relación capital humano – crecimiento económico se remontan a los trabajos de Usawa (1965) y Lucas (1988) quienes establecen que la tasa de crecimiento de una economía depende positivamente del nivel de capital humano con el que se cuenta y de la tecnología utilizada para su acumulación. En el campo empírico, Mankiw, Romer y Weil (1992) extienden la idea básica de la contabilidad del crecimiento de Solow y encuentran que la inclusión de variables relacionadas con la formación de capital humano (como educación) ayuda a explicar parte del crecimiento de las economías<sup>3</sup>.

En términos prácticos la inversión en capital humano incrementa la productividad de la mano de obra y de esta forma la expansión del PIB. De forma similar, un mayor gasto en educación incentiva el desarrollo de nuevas tecnologías, afectando positivamente la productividad multifactorial (Lucas

---

<sup>3</sup> Para referencias adicionales ver Romer (1990); Aghion y Howitt (1998); Nelson y Phelps (1966); Benhabib y Spiegel (1994); Zeira (2008) y Burton (1966).

(1988); Romer (1990); Aghion y Howitt (1998)). Para el caso de las economías emergentes se ha argumentado que un mayor nivel educativo facilita la adopción de nuevas tecnologías (Nelson y Phelps (1966); Benhabib y Spiegel (1994)).

Si bien la inversión en educación es necesaria para la acumulación de capital humano, algunos autores han afirmado que el gasto en salud también juega un papel importante en su generación y por tanto sobre el crecimiento económico (Weil (2007)). Como lo establecen Bloom y Canning (2000), el estado de salud puede afectar el crecimiento económico de un país mediante tres mecanismos: aumentos en la productividad de la mano de obra; incrementos en la tasa de ahorro; y el dividendo demográfico (cambios en las tasas de natalidad y mortalidad<sup>4</sup>).

Intuitivamente, un mejor estado de salud reduce el número de días-enfermo de los trabajadores y disminuye el costo, en términos de producción, de que estos individuos falten al trabajo. De igual forma, un incremento en la expectativa de vida aumenta los incentivos para que los individuos se eduquen y ahorren, situación que afecta positivamente la acumulación de capital humano y físico. Finalmente, la transición demográfica, generada por las mejoras en el estado de salud, aumenta de manera transitoria la mano de obra de un país y genera un incremento momentáneo en su producción. Por el lado empírico, algunos autores han contrarrestado estas afirmaciones<sup>5</sup>.

A nivel micro, la relación educación-ingreso muestra que los individuos más educados generalmente tienen salarios más altos (Mincer (1958, 1970, 1974)), pues la productividad de su mano de obra es mayor. Lo anterior sugiere que si se reducen los diferenciales en los niveles de capital humano entre individuos, es probable que su brecha salarial también lo haga. Evidencia de ello se encuentra en los trabajos de Aghion, Caroli y García-Peñalosa (1999); Gloom y Ravikumar (1992); Chiu (1998) y Sylwester (2002); y De Gregorio y Lee (2002), entre otros. Según esto, la inversión en capital humano no sólo permite incrementar el crecimiento económico, sino también ayuda a reducir la desigualdad entre individuos.

Teniendo en cuenta que la acumulación de capital humano es costosa, si se quiere incrementar el crecimiento económico y a su vez disminuir la desigualdad, es necesario que el gobierno contribuya a la financiación de la inversión en educación y/o salud de los individuos de bajos ingresos. El

---

<sup>4</sup> Para referencias adicionales ver Ehrlich y Lui (1991); Tabata (2005) Li, Zhang y Zhang (2006) Chakraborty (2004); Cipriani y Markris (2006); Blackburn y Cipriani (2002).

<sup>5</sup> Ver Barro y Wolf (1989), Barro y Sala-i-Martin (1995), Smith (1999), Arora (2001), Malmberg y Sommestad (2000), Bloom, Canning, y Sevilla (2001a y 2001b), Bloom y Canning (2005).

problema con esta intervención es que los efectos sobre el crecimiento económico pueden ser ambiguos, pues, como lo argumentan Blankenau y Simpson (2004), el aumento en los impuestos necesario para la financiación de dicho gasto puede reducir la inversión privada en educación y salud. Los efectos sobre el crecimiento económico dependerán de cuál efecto sea más fuerte: el aumento en el gasto público o la caída en el privado. Resultados similares son encontrados por Benabou (2002) y Boldrin (2005).

En este contexto es posible encontrar una relación no monótona entre reducir la desigualdad e incrementar el crecimiento económico. Así las cosas, Galor y Tsiddon (1996-1997) muestran que durante las primeras etapas de desarrollo es factible que el crecimiento económico se acelere y la distribución del ingreso se deteriore; mientras que en etapas superiores, la brecha entre ricos y pobres se reduce en un entorno de crecimiento positivo. Por su parte, Galor (2000) observa que en economías en las que el crecimiento es incentivado por la acumulación de capital físico es más probable que se presente el primer caso, mientras que en aquellas en las que el capital humano es el motor del crecimiento es más factible el segundo. Algunos estudios empíricos que sustentan esta relación no monótona son los de García y Turnovsky (2007); Barro (2000); Forbes (2000); y Berg y Ostry (2011).

En este documento se plantea un modelo de generaciones traslapadas mediante el cual es posible replicar la evidencia empírica y teórica sobre la relación de largo plazo entre desigualdad y crecimiento económico. Asimismo, es posible analizar la importancia de la inversión en educación y salud, y la efectividad de la política pública para reducir la desigualdad y maximizar el crecimiento de largo plazo.

### **3. MODELO.**

El modelo que se presenta en esta sección sigue la estructura de generaciones traslapadas con hogares heterogéneos y describe la interacción entre familias, firmas y gobierno. La idea de considerar esta estructura es que permite analizar los efectos de distintas políticas públicas sobre el crecimiento económico y la distribución del ingreso, en un contexto en el que tanto los hogares como el gobierno invierten en educación y salud.

Por el lado de los hogares se supone que la economía está compuesta por  $N$  familias o dinastías cuyas generaciones trascienden por infinitos periodos. En cada momento del tiempo las familias

están conformadas por tres tipos de individuos: niños, jóvenes y viejos, quienes se diferencian por el tipo de funciones que desempeñan en cada periodo (por simplicidad no se supone crecimiento poblacional); en este sentido, cada agente vive por tres periodos. Sus funciones en cada momento del tiempo se resumen en la Tabla 1.

**Tabla 1. Definición y temporalidad de las acciones de los individuos que componen cada hogar.**

Etapa	Tipo de agente	Funciones
1	Niño	Acumula capital humano mediante el gasto en educación privada y pública, realizado por la generación anterior y por el Gobierno, respectivamente. La formación de capital humano no depende de las acciones propias del individuo. En una extensión, que se incluye en este documento, se considera que la formación de capital humano también depende del gasto en salud.
2	Joven	Ofrece inelásticamente trabajo y recibe un salario por ello. Su ingreso disponible lo destina a consumo presente y futuro (ahorro), al igual que a los gastos en educación y salud privados de la siguiente generación.
3	Viejo	Los agentes pueden o no vivir completamente el tercer periodo de sus vidas, la duración de este periodo dependerá del estado de salud del individuo, el cual está determinado por los gastos público y privados (en salud) realizados periodos atrás. Al momento de tomar sus decisiones sobre ahorro y consumo los agentes son conscientes de cuál va a ser la duración de este último periodo. El consumo de este periodo dependerá del ahorro y sus rendimientos, pues se considera que los individuos no dejan herencias.

En relación con las preferencias se supone que los individuos obtienen una utilidad positiva por su consumo (presente y futuro) y por los gastos en educación y salud (privados) que les brindan a sus hijos. Este último supuesto implica que los individuos tienen cierto grado de altruismo hacia sus descendientes. En términos funcionales las preferencias de un individuo que pertenece a la dinastía  $i$  están dadas por la ecuación (1), mientras que su restricción presupuestal por la ecuación (2).

$$U_t^i = \ln C_{y,t}^i + \psi_i \ln e_t^i + \mu_i \ln h_t^i + \beta_i \pi (h_t^i + (1 - \vartheta_t) \varphi_t^i G_t) \ln C_{o,t+1}^i \quad (1)$$

$$C_{y,t}^i + \frac{C_{o,t+1}^i}{1+r_{t+1}} + e_t^i + h_t^i = w_t^i L_t^i (1 - \tau_t^i) \quad (2)$$



**Tabla 2. Nomenclatura del modelo**

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>
$U_t^i$	Función de utilidad de un individuo que toma decisiones en el momento t.
$C_{y,t}^i$	Consumo de un individuo joven en t.
$C_{o,t+1}^i$	Consumo de un individuo viejo en t+1.
$e_t^i$	Gasto privado en educación en el momento t.
$\psi_i$	Importancia relativa de la educación privada de la siguiente generación en la función de utilidad (grado de altruismo).
$\mu_i$	Importancia relativa del gasto privado en salud de la siguiente generación en la función de utilidad (grado de altruismo).
$\beta_i$	Tasa de descuento
$\pi$	Duración del tercer periodo.
$w_t^i$	Salario real en t.
$L_t^i$	Oferta – demanda de trabajo en t.
$\tau_t^i$	Tasa impositiva en t.
$r_{t+1}$	Tasa de interés real en t+1.
$s_t^i$	Ahorro familiar en t.
$S_t$	Ahorro agregado en t.
$H_{t+1}^i$	Capital humano de un individuo en t.
$G_t$	Gasto público total en t.
$\vartheta_t$	Fracción del gasto público destinado a educación.
$a_i$	Importancia relativa del gasto privado en la función de acumulación de capital humano.
$\gamma_i$	Parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución entre tipos de gasto en educación (función de acumulación de capital humano)
$\varphi_t^i$	Fracción del gasto público destinado a la dinastía i.
$\sigma_i$	Importancia relativa de los gastos público y privado en educación, en la función de acumulación de capital humano.
$\theta_i$	Productividad multifactorial en la función de acumulación de capital humano.
$A_t$	Productividad multifactorial en la función de producción de bienes finales.
$b_i$	Intensidad relativa con la que es utilizado el trabajo de la dinastía i en la función de producción de bienes finales.
$\rho_t$	Parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución entre tipos de mano de obra (función de producción)
$\alpha_t$	Importancia relativa del capital humano (agregado) en la producción de bienes finales.
$K_t$	Capital físico.
$\delta$	Tasa de depreciación del capital físico.

Los índices “i” corresponden a cada dinastía.

Otra forma de interpretar la variable  $\pi$  es considerar que la tasa de descuento se puede escribir de la siguiente forma:  $\beta_i \pi(x_{t-1})$ . Bajo esta definición, la importancia del consumo futuro dentro la función de utilidad depende de dos factores: uno exógeno ( $\beta_i$ ) y otro endógeno ( $\pi(x_{t-1})$ ); este último, es una función creciente de la inversión en salud. Dado esto, si la inversión en salud es muy baja, los individuos le darán una menor importancia al consumo futuro y por tanto ahorrarán menos.

Del problema de maximización de las familias se encuentran los gastos óptimos en consumo presente y futuro, al igual que en educación y salud privadas. Las ecuaciones (3), (4), (5) y (6)

establecen que los consumos y los gastos en educación y salud dependen positivamente del ingreso disponible de los hogares. De forma similar, se encuentra que en la medida en que los individuos son más altruistas su gasto en educación y salud es mayor. Por último, se observa que si la duración esperada del último periodo es mayor, los individuos destinan una mayor fracción de sus recursos a consumo futuro (ahorro).

$$C_{y,t}^i = \frac{w_t^i L_t^i (1 - \tau_t^i)}{1 + \beta_i \pi(h_{t-1}^i) + \psi_i + \mu_i} \quad (3)$$

$$C_{o,t+1}^i = \frac{\beta_i \pi(h_{t-1}^i) w_t^i L_t^i (1 - \tau_t^i) (1 + r_{t+1})}{1 + \beta_i \pi(h_{t-1}^i) + \psi_i + \mu_i} \quad (4)$$

$$e_t^i = \frac{\psi_i w_t^i L_t^i (1 - \tau_t^i)}{1 + \beta_i \pi(h_{t-1}^i) + \psi_i + \mu_i} \quad (5)$$

$$h_t^i = \frac{\mu_i w_t^i L_t^i (1 - \tau_t^i)}{1 + \beta_i \pi(h_{t-1}^i) + \psi_i + \mu_i} \quad (6)$$

De la ecuación (4) es posible encontrar el ahorro individual, recordando que éste es igual al consumo futuro descontado por la tasa de interés (ecuación (7)). De igual forma, agregando para todos los individuos se encuentra el ahorro agregado de la economía (ecuación (8)):

$$S_t^i = \frac{\beta_i \pi(h_{t-1}^i) w_t^i L_t^i (1 - \tau_t^i)}{1 + \beta_i \pi(h_{t-1}^i) + \psi_i} \quad (7)$$

$$S_t = \sum_{i=1}^N \frac{\beta_i \pi(h_{t-1}^i) w_t^i L_t^i (1 - \tau_t^i)}{1 + \beta_i \pi(h_{t-1}^i) + \psi_i + \mu_i} \quad (8)$$

En cuanto al nivel de capital humano de individuo adulto en  $t+1$ , se supone que su acumulación depende de los gastos en educación pública y privada recibidos durante periodo anterior, al igual que del nivel de capital humano de la generación previa. En términos funcionales se considera que dependiendo de la elección de parámetros los gastos público y privado pueden ser complementarios o sustitutos; sin embargo, para que el capital humano se acumule es necesario que por lo menos uno de estos sea positivo. La elección de esta forma funcional permite realizar pruebas de robustez del modelo.

$$H_{t+1}^i = \theta_i (a_i (e_t^i)^{\gamma_i} + (1 - a_i) (\vartheta_t \varphi_t^i G_t)^{\gamma_i})^{\frac{\sigma_i}{\gamma_i}} (H_t^i)^{1 - \sigma_i} \quad (9)$$

Asimismo se supone que la duración del tercer periodo de vida del agente depende de su estado de salud, el cual es una función de la inversión pública y privada hecha cuando el individuo es niño. Suponiendo una relación no lineal entre la inversión en salud y la expectativa de vida se tiene:

$$\pi(h_t^i + (1 - \vartheta_t)\varphi_t^i G_t) = \frac{h_t^i + (1 - \vartheta_t)\varphi_t^i G_t + \pi_{min}}{1 + h_t^i + (1 - \vartheta_t)\varphi_t^i G_t} \quad (10)$$

Esta forma funcional establece que cuando el gasto en salud es muy bajo existe un nivel mínimo de expectativa de vida. De igual forma, cuando la inversión aumenta, el máximo valor que puede tomar la esperanza de vida es de 1, es decir, que el individuo viva completamente su tercer periodo.

Por su parte, en relación con el Gobierno se supone que su función en la economía es netamente distributiva y sus acciones no se derivan de un problema de optimización. Específicamente, el gobierno fija una tasa impositiva a los salarios de cada individuo, la cual puede diferir entre dinastías y cambiar en el tiempo. Dichos ingresos se distribuyen (no necesariamente de manera equitativa) a manera de gasto público en educación y salud entre los agentes niños de cada hogar. Por último, se supone que en cada momento del tiempo los impuestos son iguales a los gastos, por lo que el gobierno mantiene un presupuesto equilibrado y no se endeuda:

$$G_t = \sum_{i=1}^N g_t^i = \sum_{i=1}^N w_t^i L_t^i \tau_t^i = \sum_{i=1}^N \varphi_t^i G_t \quad (11)$$

Donde  $\sum_{i=1}^N \varphi_t^i = 1$

Esta estructura de impuestos y gastos del gobierno permite analizar los efectos de distintas combinaciones tributarias sobre la distribución del ingreso y el crecimiento económico. Al momento de hacer ejercicios de simulación por el lado del Gobierno se deben definir las tasas impositivas a cada dinastía, la distribución del gasto en cada hogar y la fracción del mismo que corresponde a salud y educación. Para simplificar las decisiones del gobierno se supone que si una dinastía  $i$  recibe  $x\%$  del gasto en educación también recibe  $x\%$  del gasto en salud.

Finalmente, para el caso de los productores se considera una firma representativa que opera en competencia perfecta y que utiliza como insumos capital físico y trabajo con el fin de producir un bien final. La economía cuenta con  $N$  tipos de trabajo, los cuales están diferenciados por su

productividad (nivel de capital humano). En este contexto, la firma escoge óptimamente cuándo demanda de cada tipo de trabajo y de capital físico, de tal forma que maximiza sus beneficios.

Por el lado de la producción se supone una función de tipo Cobb-Douglas, en la mano de obra total y el capital físico, con rendimientos constantes a escala; sin embargo, respecto a los distintos tipos de trabajo se considera que su elasticidad de sustitución es constante (función CES). Matemáticamente el problema de la firma está representado por:

$$\text{Max } A_t \left( \sum_{i=1}^N b_i (H_t^i L_t^i)^{\rho_t} \right)^{\frac{\alpha_t}{\rho_t}} (K_t)^{1-\alpha_t} - \sum_{i=1}^N w_t^i L_t^i - (r_t + \delta) K_t \quad (12)$$

Dado el supuesto de competencia perfecta se encuentra que la productividad marginal de cada factor es igual a su costo marginal (ecuaciones (13) y (14)):

$$[L_t^i]: A_t (K_t)^{1-\alpha_t} \left( \sum_{i=1}^N b_i (H_t^i L_t^i)^{\rho_t} \right)^{\frac{\alpha_t}{\rho_t}-1} \alpha_t b_i (H_t^i)^{\rho_t} (L_t^i)^{\rho_t-1} - w_t^i = 0 \quad (13)$$

$$[K_t]: A_t \left( \sum_{i=1}^N b_i (H_t^i L_t^i)^{\rho_t} \right)^{\frac{\alpha_t}{\rho_t}} (1 - \alpha_t) (K_t)^{-\alpha_t} - (r_t + \delta) = 0 \quad (14)$$

### 3.1. Equilibrio y dinámicas de transición

Con el fin de encontrar las dinámicas de transición al estado estacionario, primero se considera el equilibrio en el mercado laboral. Recordando que la función de utilidad de los individuos no depende del ocio, la oferta laboral de cada agente es constante, por lo que se puede normalizar a 1.

$$L_t^i = \bar{L} = 1 \quad (15)$$

Bajo este supuesto los salarios de cada individuo están dados por:

$$w_t^i = A_t (K_t)^{1-\alpha_t} \left( \sum_{i=1}^N b_i (H_t^i)^{\rho_t} \right)^{\frac{\alpha_t}{\rho_t}-1} \alpha_t b_i (H_t^i)^{\rho_t} \quad (16)$$

De acuerdo con la ecuación (16) el ingreso salarial depende positivamente del nivel de capital humano del individuo y del de los demás agentes, al igual que del capital físico de la economía.

Por su parte, de las ecuaciones (5), (6), (9), (11) y (16) se encuentra que la dinámica del capital humano depende únicamente del comportamiento del capital físico de la economía y del capital humano rezagado del resto de agentes de la economía.

$$H_{t+1}^i = H^i(K_t, H_t^1, H_t^2, \dots, H_t^n) \quad (17)$$

De igual forma, suponiendo que el capital físico se deprecia totalmente de un periodo a otro, se encuentra que la dinámica del capital físico depende del comportamiento de los salarios de la economía, en otras palabras del capital humano rezagado y del capital físico del periodo anterior:

$$K_{t+1} = S_t = \sum_{i=1}^N \frac{\beta_i \pi (h_{t-1}^i) w_t^i L_t^i (1-\tau_t^i)}{1 + \beta_i \pi (h_{t-1}^i) + \psi_i + \mu_i} = K(K_t, H_t^1, H_t^2, \dots, H_t^n) \quad (18)$$

Considerando que el resto de variables, como la producción, el consumo y el gasto del gobierno, se pueden expresar en función de los capitales físico y humanos, la dinámica de la economía está descrita en su totalidad por las ecuaciones (10), (16), (17) y (18).

### 3.2. Brecha salarial

Finalmente es posible ver que la brecha salarial entre dos individuos está dada por las diferencias en sus niveles de capital humano, las tasas impositivas y la intensidad con que la economía utilice cada tipo de mano de obra (ecuación (19)). Es interesante ver que variables como el capital físico o parámetros como la productividad multifactorial no tienen efectos sobre la brecha salarial, en tanto modifican la demanda por todos los tipos de trabajo en la misma proporción.

$$\frac{w_t^i (1-\tau_t^i)}{w_t^j (1-\tau_t^j)} = \frac{b_i (H_t^i)^{\rho_t} (1-\tau_t^i)}{b_j (H_t^j)^{\rho_t} (1-\tau_t^j)} \quad (19)$$

## 4. SIMULACIONES

Dada la no linealidad del modelo es necesario realizar un análisis numérico si se quiere caracterizar el estado estacionario de la economía y su transición; dicho análisis permite determinar los efectos de distintas estructuras fiscales sobre la desigualdad y el crecimiento económico. Con el fin de simplificar los cálculos en todas las simulaciones se supondrá únicamente la existencia de dos

dinastías y a partir de éstas se construirá la brecha salarial, la cual será interpretada como proxy de la desigualdad. Teniendo en cuenta esto, es posible caracterizar la economía por dos tipos de trabajadores: calificados y no calificados.

En relación con los parámetros del modelo éstos se fijaran de tal forma que repliquen algunas regularidades empíricas para un país de bajos ingresos. En este sentido, se quiere simular una economía con bajos niveles de productividad y de crecimiento, al igual que con amplios índices de desigualdad y baja expectativa de vida. El objetivo de las simulaciones es analizar la efectividad de la política pública para aumentar el crecimiento económico y reducir la desigualdad. De igual forma, se observará la dinámica de distintas variables de interés, como la expectativa de vida, con el fin de determinar si las conclusiones del modelo se ajustan a la evidencia empírica. En todos los casos se verificará si los resultados del modelo son robustos a una elección distinta de parámetros.

#### 4.1. Elección de parámetros.

En cuanto a la elección de parámetros es importante resaltar que algunos de estos se tomaron de la literatura existente, mientras que otros se eligieron de forma tal que replicaban algunas de las particularidades de la economía a simular. En relación con los parámetros de política pública éstos se consideraron variables, con el fin de determinar cuáles son los efectos de distintas estructuras tributarias sobre la brecha salarial, el crecimiento de largo plazo y la expectativa de vida.

En un artículo reciente, Cubas, Ravikumar y Ventura (2012) plantean una función de producción de bienes finales similar a la descrita por la ecuación (12) y calibran los parámetros respectivos. Teniendo en cuenta esto, se toman las calibraciones para la elasticidad de sustitución entre la mano de obra calificada y la no calificada, la importancia relativa de estos dos tipos de trabajo, y la participación del capital físico. A su vez, se toma el valor para la tasa de descuento (exógena) de los individuos. Esta información se resume en la Tabla 3.

**Tabla 3. Parámetros del modelo provenientes de la literatura.**

Parámetro	Valor
$\alpha$	2/3
$\rho$	1/3
$\beta$	0.96
$b_{no\_calificada}$	0.54

Los parámetros relacionados con las preferencias de los individuos, la función de acumulación de capital humano y la productividad multifactorial, se resumen en la Tabla 4. En particular, se supone

que la única fuente de heterogeneidad entre hogares es la eficiencia con la que generan capital humano, específicamente la dinastía 1 es más productiva que la 2 en la generación de dicho capital. Para el resto de parámetros se considera que la fracción del ingreso disponible que cada hogar destina a educación y salud es la misma; de igual forma, que la participación de la educación pública y privada es la misma en la generación de nuevo capital humano, y que estos dos tipos de gastos tienen cierto grado de complementariedad.

**Tabla 4. Parámetros elegidos para reproducir las características de la economía.**

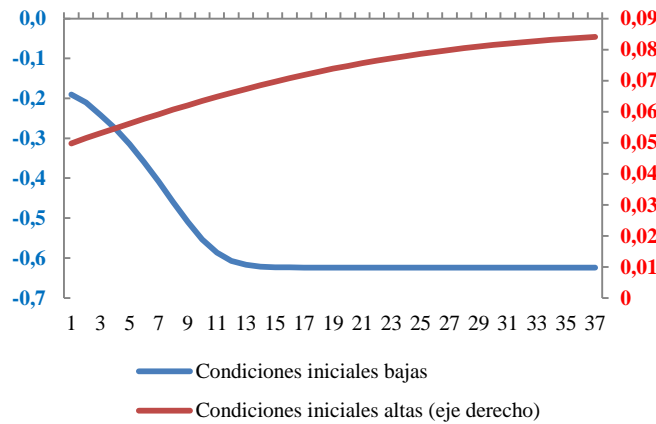
Parámetro o condición inicial	Valor
$\psi_1, \psi_2$	0.2
$\mu_1, \mu_2$	0.2
$\pi_{min}$	0.1
$\alpha_1, \alpha_2$	0.5
$\gamma_1, \gamma_2$	1.5
$\sigma_1, \sigma_2$	0.8
$\theta_1$	5
$\theta_2$	0.5
$A$	1
$H_0^1, H_0^2, K_0$	1

Por último, con el fin de analizar la robustez de los resultados a la elección de parámetros, más adelante se realizarán modificaciones a modificaciones a  $\mu$ ,  $a$  y  $\gamma$ .

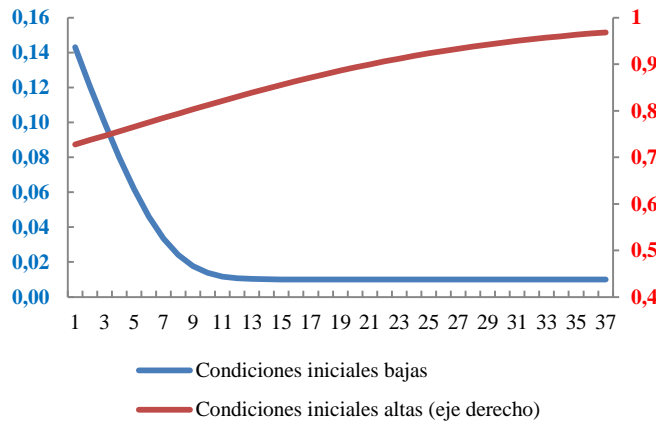
#### 4.2. Resultados

Dados los valores elegidos para las elasticidades de sustitución en las funciones de acumulación de capital humano y de producción es posible encontrar la existencia de dos estados estacionarios en esta economía, uno con mayor crecimiento que otro. En particular, los Gráficos 3 y 4 muestran el comportamiento de la tasa de crecimiento durante la transición hacia el equilibrio de largo plazo para dos configuraciones distintas de condiciones iniciales. Los resultados evidencian que dependiendo del punto de partida es posible que la economía alcance uno de dos equilibrios en el largo plazo: el primero con crecimiento negativo y baja expectativa de vida, y segundo con mayor expansión del PIB y mejor estado de salud.

**Gráfico 3. Crecimiento del PIB durante la transición al estado estacionario para distintos valores de las condiciones iniciales<sup>6</sup>.**



**Gráfico 4. Comportamiento de la expectativa de vida durante la transición al estado estacionario para distintos valores de las condiciones iniciales.**



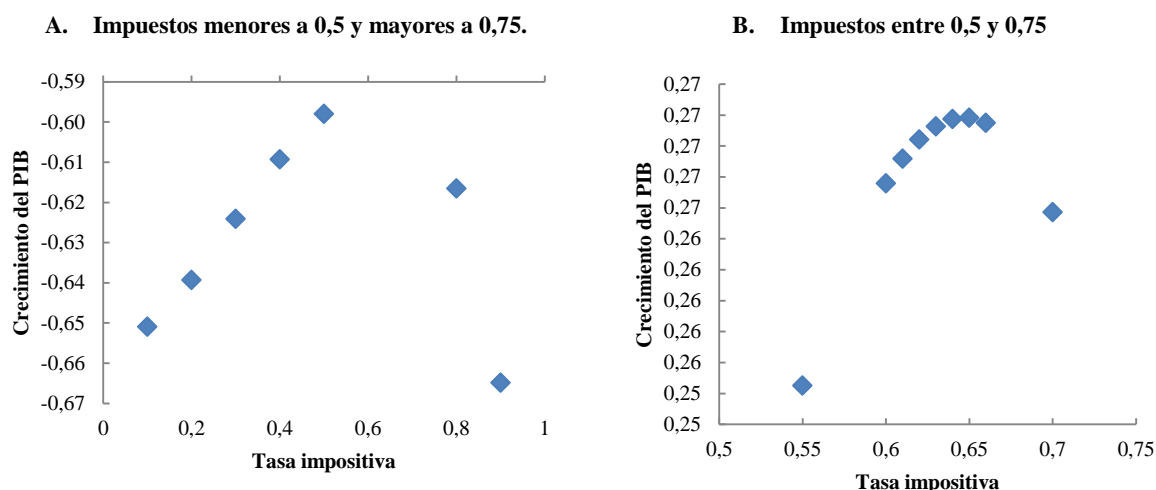
Teniendo en cuenta estos resultados, es de interés determinar si, a pesar de comenzar con una condición inicial baja, es posible que la economía alcance una senda de crecimiento sostenido mediante un rediseño de la política pública. Para ello, la primera estructura tributaria que se considera es una política igualitaria; en otras palabras, los hogares pagan la misma tasa impositiva y reciben la misma cantidad de gasto público. De forma similar, en esta política se supone que el gasto público en salud y educación es el mismo (más adelante se explorará el nivel óptimo de dicho gasto).

<sup>6</sup> Los parámetros adicionales escogidos para estas simulaciones fueron:  $\tau^1 = \tau^2 = 0.3$ ;  $\varphi^1 = v^1 = 0.5$ . Por su parte, las condiciones iniciales fueron:  $H_{0,bajo}^1, H_{0,bajo}^2, K_{0,bajo} = 1$  y  $H_{0,alto}^1, H_{0,alto}^2, K_{0,alto} = 10$ .



Los resultados de las simulaciones evidencian que para algunas tasas impositivas es posible que la economía salga de la trampa de pobreza y alcance un estado estacionario con crecimiento positivo y mayor expectativa de vida. Es importante notar que los impuestos que permiten alcanzar este nuevo equilibrio no deben ser ni muy altos ni muy bajos, pues en el primer caso desincentivan la inversión privada en educación y salud; mientras que en el segundo generan un gasto público muy bajo (Gráfico 5). De forma similar, se observa la existencia de una tasa impositiva que maximiza el crecimiento económico (tasa óptima), la cual depende de la importancia del capital humano en la producción de bienes finales y de la participación relativa del gasto público en la generación de capital humano (ver Anexo A.1).

**Gráfico 5. Crecimiento del PIB en el estado estacionario para distintas tasas impositivas.**

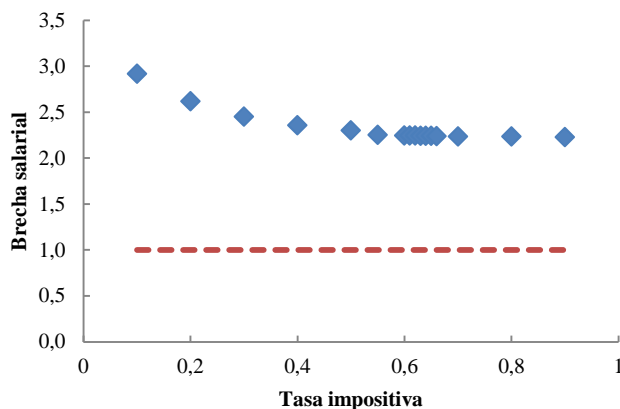


En relación con la brecha salarial, se observa que mediante el cambio en las tasas impositivas es posible disminuir la desigualdad entre ricos y pobres; sin embargo, con el uso de este único instrumento de política es muy difícil eliminar totalmente las diferencias (Gráfico 6). En particular, se observa que en algunos tramos incrementar en la tasa impositiva mejora la distribución del ingreso; sin embargo, a partir de un punto el efecto marginal de aumentar los impuestos es prácticamente nulo sobre la brecha salarial.

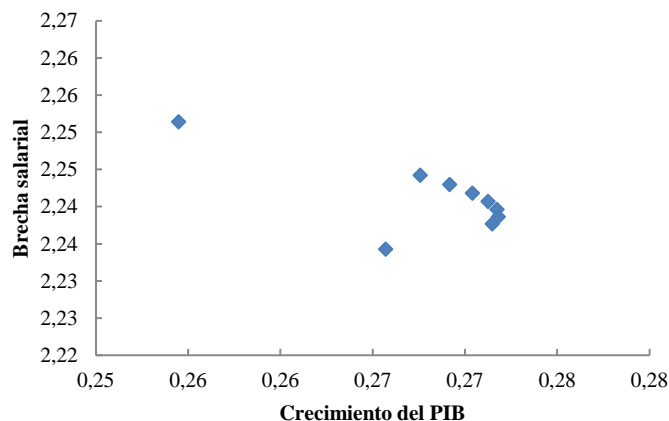
Dados estos resultados, es posible encontrar una relación no monótona entre desigualdad y crecimiento económico (Gráfico 7). En especial, cuando los impuestos son muy bajos, incrementar la tasa impositiva puede favorecer tanto el crecimiento económico como la brecha salarial. No obstante, a partir de un punto reducir la desigualdad se vuelve costoso en términos de crecimiento,

pues los impuestos necesarios para reducir las diferencias entre ricos y pobres son superiores a los óptimos. Estos resultados son consistentes con la literatura económica.

**Gráfico 6. Brecha salarial (después de impuestos) en el estado estacionario para distintas tasas impositivas.**



**Gráfico 7. Crecimiento económico y brecha salarial para distintas políticas públicas**



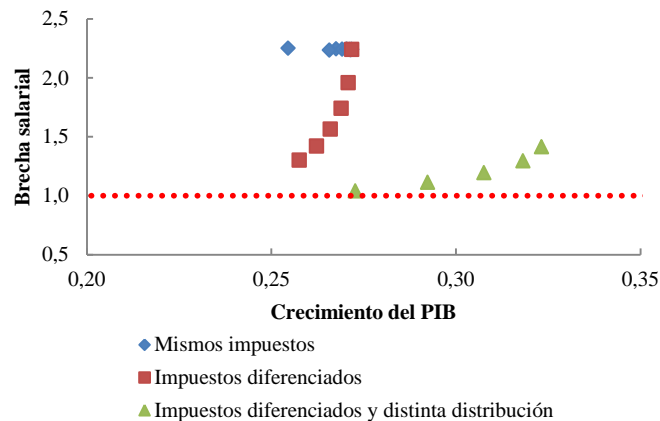
Teniendo en cuenta estos resultados es de interés considerar otros tipos de políticas públicas, con el fin de determinar si dichas observaciones son robustas a la introducción de distintas estructuras fiscales. De igual forma es relevante determinar si existen combinaciones de impuestos y de distribución del gasto público más eficientes, en términos de crecimiento económico y desigualdad. Las nuevas estructuras fiscales que se consideran se describen en la Tabla 5.

**Tabla 5. Descripción de las políticas públicas consideradas.**

Política	Descripción
Mismos impuestos	La relación desigualdad-crecimiento se construye considerando que las tasas impositivas y la distribución del gasto es la misma para los dos hogares.
Impuestos diferenciados	La relación desigualdad-crecimiento se construye considerando que las tasas impositivas son diferenciadas entre hogares y que la distribución del gasto público es la misma. En particular, se fija la tasa impositiva “óptima” para la dinastía 1, mientras que los impuestos al hogar 2 se reducen en cada simulación, con el fin de disminuir la brecha salarial.
Impuestos diferenciados y distinta distribución.	La relación desigualdad-crecimiento se construye suponiendo que tanto las tasas impositivas como la distribución del gasto público son diferenciadas entre dinastías. Específicamente se fija la tasa óptima para el hogar 1, mientras que para la dinastía 2 se establece una tasa impositiva tal que la brecha salarial se incline a su favor. En cuanto a la distribución del gasto público, se suponen unos valores que favorecen a la dinastía 1 con el fin de incrementar el crecimiento de largo plazo.

Teniendo en cuenta estas nuevas políticas es posible encontrar estados estacionarios con mejores condiciones macroeconómicas, en el sentido que el crecimiento económico es mayor y la desigualdad es más baja (Gráfico 8). Lo anterior es particularmente cierto cuando se comparan las políticas de “*mismos impuestos*” o “*impuestos diferenciados*” con la de “*impuestos diferenciados y distinta distribución*”.

**Gráfico 8. Crecimiento económico y brecha salarial para distintas políticas públicas**

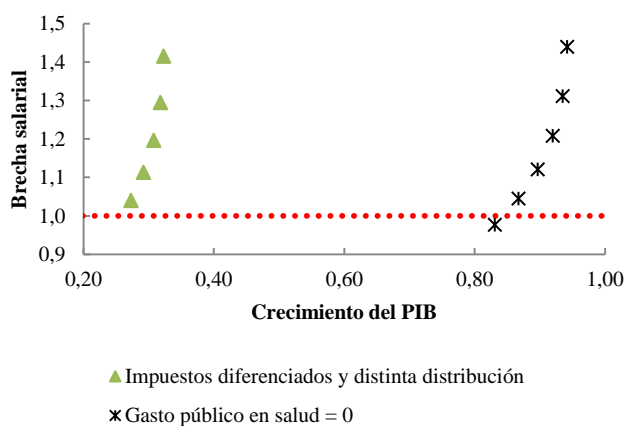


Frente a la política igualitaria, es importante notar que, la estructura de *impuestos diferenciados* genera un crecimiento de largo plazo menor, aunque con una mejor distribución del ingreso. Lo anterior sucede debido a que los impuestos al hogar 2 son distintos a los óptimos, en especial son más bajos. Esta situación castiga el crecimiento de largo plazo, aunque favorece el ingreso disponible de dicha dinastía. En este caso, se observa una disyuntiva entre maximizar el crecimiento y reducir la desigualdad.

Por su parte, cuando se compara la política de *impuestos diferenciados y distinta distribución* con las otras estructuras fiscales, se evidencia que existen políticas ineficientes, en el sentido que mediante una modificación en la estructura de impuestos y/o gastos es posible alcanzar un equilibrio de largo plazo más igualitario y con mayor crecimiento. Esta política se caracteriza por favorecer al hogar 2 con bajos impuestos y de esta forma mejorar la distribución del ingreso y por premiar al hogar más productivo en la generación de capital humano, y de esta forma el crecimiento de la economía, mediante un mayor gasto público en educación. Si bien esta estructura fiscal es “mejor” que las otras dos, dentro de la misma política se observa un *trade-off* entre reducir la desigualdad y maximizar el crecimiento de largo plazo<sup>7</sup>. Los resultados de estas simulaciones evidencian que en la medida en que el Gobierno utilice de una manera más amplia todos sus instrumentos de política es más plausible mejorar las condiciones de la economía, tanto en términos de desigualdad como de crecimiento de largo plazo.

En cuanto a la elección de la distribución del gasto público entre educación y salud, se observa que si los hogares destinan una fracción mínima a salud, el gasto óptimo del gobierno en este rubro debería ser cero. En otras palabras, con el fin de maximizar el crecimiento económico el gobierno únicamente debería destinar su gasto a educación, pues dada la estructura del modelo, es el único gasto productivo. En cuanto a la relación crecimiento-desigualdad el mayor gasto en educación permite alcanzar un estado estacionario mejor: menor desigualdad y mayor crecimiento (Gráfico 9).

**Gráfico 9. Crecimiento económico y brecha salarial para distintas políticas públicas**



No obstante, si las preferencias de los hogares son tales que el gasto óptimo en salud es cero, el gobierno debería destinar una fracción mínima a este rubro, pues de lo contrario no habría ahorro en

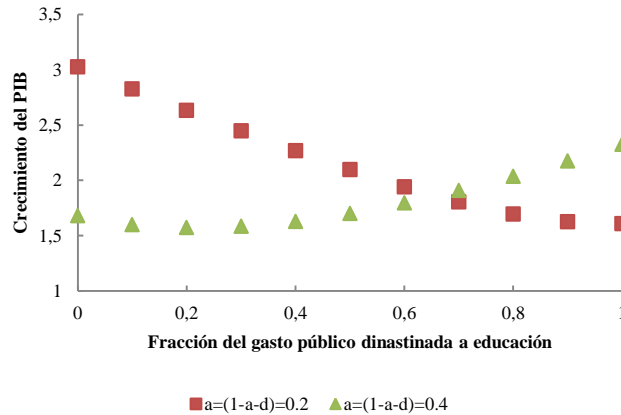
<sup>7</sup> Estos resultados son consistentes a una elección distinta de parámetros (Ver Anexo A.2).

la economía (esto siempre y cuando el valor mínimo de la expectativa de vida sea cero). Estos resultados se dan porque el único papel de la inversión en salud es afectar la expectativa de vida y de esta forma el ahorro; sin embargo, no tiene una influencia directa sobre la acumulación de capital humano (motor de la economía). En este sentido, si la economía crece, un gasto mínimo en salud hace que la expectativa de vida aumente vía salarios, por lo que un mayor gasto en este rubro únicamente implica destinar menos recursos a gasto más productivo (como lo es en educación).

Dicho resultado no se mantiene cuando se considera alguna complementariedad entre los gastos en educación y salud en la generación de capital humano (ecuación (19)). En este contexto, y bajo el supuesto de agentes homogéneos, se observa que con el fin de maximizar el crecimiento de largo plazo la fracción del gasto destinada a salud depende de la importancia relativa de los gastos dos tipos de gasto en la función de acumulación de capital humano. En este contexto, cuando la salud tiene una mayor participación, la fracción del gasto que se destina a este rubro debería ser superior, e incluso cercana al 100% (Gráfico 10).

$$H_{t+1}^i = \theta_i \left( a_i (e_t^i)^{Y_i} + d_i \left( h_t^i + (1 - \vartheta_t) \varphi_t^i G_t \right)^{Y_i} + (1 - a_i - d_i) (\vartheta_t \varphi_t^i G_t)^{Y_i} \right)^{\frac{\sigma_i}{Y_i}} (H_t^i)^{1 - \sigma_i} \quad (19)$$

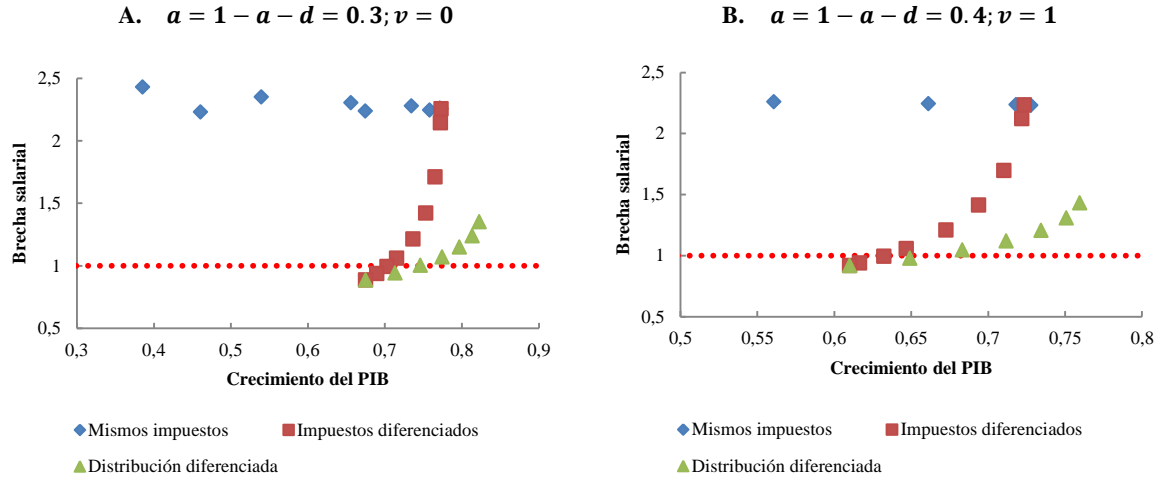
**Gráfico 10. Relación entre el crecimiento del PIB y el gasto público en educación para distintas intensidades en la función de acumulación de capital humano.**



En términos de desigualdad y crecimiento, bajo esta nueva función de acumulación de capital humano, los resultados se mantienen (Gráfico 11), pues se observa la existencia de políticas ineficientes, en el sentido que mediante un rediseño de la estructura impositiva y distributiva es posible alcanzar un estado estacionario con menor desigualdad y mayor crecimiento. De igual forma se encuentra que reducir totalmente la brecha salarial tiene un costo en términos de

crecimiento de largo plazo. Finalmente, es posible afirmar que, en general, es mejor una política diferenciada tanto en términos de tasas impositivas como de distribución del gasto.

**Gráfico 11. Crecimiento económico y brecha salarial para distintas políticas públicas**



## 5. CONCLUSIONES

En este documento se plantea un modelo de generaciones traslapadas con agentes heterogéneos, capital humano y expectativa de vida endógena que permite analizar los efectos de distintas estructuras impositivas sobre la desigualdad y el crecimiento. A su vez, permite replicar la evidencia empírica y teórica sobre la relación de largo plazo entre la brecha salarial, el crecimiento económico y la expectativa de vida.

De acuerdo con los resultados del modelo es posible encontrar la existencia de trampas de pobreza, caracterizadas por un bajo crecimiento económico, una alta desigualdad y una baja expectativa de vida. En este contexto, es posible encontrar políticas públicas que hacen que la economía alcance un equilibrio de largo plazo con mejores condiciones macroeconómicas. Asimismo, se observa una relación no monótona entre la brecha salarial y la expansión del PIB.

Finalmente, en cuanto al diseño de la política pública se evidencia que existen estructuras fiscales ineficientes, en el sentido que mediante un cambio en los impuestos o en la distribución del gasto público es posible alcanzar un equilibrio con mayor crecimiento y menor desigualdad. En relación con la elección del gasto público entre educación y salud, se observa que la asignación óptima a dichos rubros depende de su importancia relativa en la acumulación de capital humano. En términos generales, los resultados del modelo son robustos a la elección de parámetros.

## **BIBLIOGRAFIA.**

1. Aghion, P.; Howitt, P. Endogenous Growth Theory, Cambridge, MIT Press, 1998.
2. Aghion, P.; Caroli, E.; García-Peñalosa, C. "Inequality and Economic Growth: The perspective of the New Growth Theories" *Journal of Economic Literature*, vol.37, No. 4, pp. 1615-1660, Dic. 1999.
3. Arora, S. "Health, Human Productivity, and Long-Term Economic Growth" *The Journal of Economic History*, vol. 61, No. 3, pp. 699-799, 2001.
4. Barro, R. "Inequality and Growth in a Panel of Countries", *Journal of Economic Growth*, vol. 5, pp. 5-32, 2000.
5. Barro, R., y Sala-i-Martin. *Economic Growth*, New York, McGraw-Hill, 1995.
6. Barro, R., y H. Wolf. *Data Appendix for Economic Growth in a Cross Section of Countries*, National Bureau of Economic Research, Documento no publicado, 1989.
7. Benabou, R. 2002. Tax and education policy in a heterogeneous-agent economy: What levels of redistribution maximize growth and efficiency? *Econometrica*, 70(2), 481-517.
8. Benhabib, J.; Spiegel, M. "The role of human capital in economic development: Evidence from aggregate cross-country data", *Journal of Monetary Economics*, vol. 34, No. 2, Elsevier, pp. 143-174, 1994.
9. Berg, A.; Ostry, J. "Inequality and Unsustainable Growth: Two Sides of the Same Coin?", Fondo Monetario Internacional, Nota de discusión, Abril 2011.
10. Blackburn, K., y G. Cipriani. "A model of longevity, fertility and growth", *Journal of Economics Dynamics & Control*, 2002, vol. 26, No. 2, pp. 187-204.
11. Blankenau, W.; Simpson, N. "Public education expenditures and growth", *Journal of Development Economics*, vol. 73, No. 2, Maitreesh Ghatak, pp. 583-605, 2004.
12. Bloom, D., y D. Canning. "The Health and Wealth of Nations", *Science*, vol. 287, pp. 1207-1209, 2000.
13. Bloom, D., y D. Canning. "Schooling, Health and Economic Growth: Reconciling the Micro and Macro Evidence". Harvard School of Public Health, Documento no publicado, 2005. <http://www.prgs.edu/content/dam/rand/www/external/labor/seminars/adp/pdfs/2005canning.pdf>
14. Bloom, D., D. Canning, y J. Sevilla. "The Effect of Health on Economic Growth: Theory and Evidence", National Bureau of Economic Research. Documento de trabajo, No. 8587, 2001a.

15. Bloom, D., D. Canning, y J. Sevilla. "Economic Growth and the Demographic Transition" National Bureau of Economic Research. Documento de trabajo, No. 8685, 2001b.
16. Boldrin, Michele. "Public education and capital accumulation", *Research in Economics*, vol. 59, pp. 85-109, 2005.
17. Burton, W. "Investing in Human Capital", *The Journal of Human Resources* vol. 1, No. 1, pp. 5-21, 1966.
18. Chakraborty, S. 2004. "Endogenous Lifetime and Economic Growth", *Journal of Economic Theory*, vol. 116, No. 1, pp. 119-137, 2004.
19. Chiu, W. "Income Inequality, Human Capital Accumulation and Economic Performance", *The Economic Journal*, vol. 108, pp. 44-59, 1998.
20. Cipriani, G., y M. Makris. 2006. "Indeterminacy, intergenerational redistribution, endogenous longevity and human capital accumulation", *Journal of Economic Dynamics & Control*, vol. 31, No. 2, pp. 613-633
21. Cubas, Ravikumar, y Ventura. "Talent, Labor Quality, and Economic Development", Documento no publicado, 2013. <http://www.philadelphiafed.org/research-and-data/events/2013/macroeconomics-across-time-and-space/papers/Ventura0430.pdf>
22. De Gregorio, J; Lee, J. "Education and Income Inequality: New Evidence from Cross-Country Data", *Review of Income and Wealth*, vol. 48, No. 3. 2002.
23. Ehrlich, I., y F. Lui. "Intergenerational Trade, Longevity and Economic Growth", *The Journal of Political Economy*, vol. 99, No. 5, pp. 1029-1059, 1991.
24. Forbes, K. "A Reassessment of the Relationship Between Inequality and Growth", *American Economic Review*, vol. 90, No. 4, pp. 869-87, 2000.
25. Galor, O. "Income Distribution and the Process of Development", *European Economic Review*, 44, 706-712, 2000.
26. Galor, O., y Tsiddon, D. "Income Distribution and Growth: The Kuznets Hypothesis Revisted", *Economica*, New Series, 63(250), S103-S117, 1996.
27. Galor, O.; Tsiddon. "The Distribution of Human Capital and Economic Growth", *Journal of Economic Growth*, vol. 2, No. 1, Boston, pp. 93-124, 1997.
28. García, C.; Turnovsky, S. "Growth, Income Inequality, and Fiscal Policy: What are the Relevant Trade-offs?", *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 39, No. 2-3. 2007.
29. Gloom, G; Ravikumar, B. "Public versus private investment in human capital: endogenous growth and income inequality", *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press, vol. 100, No. 4, pp. 818-834, 1992.



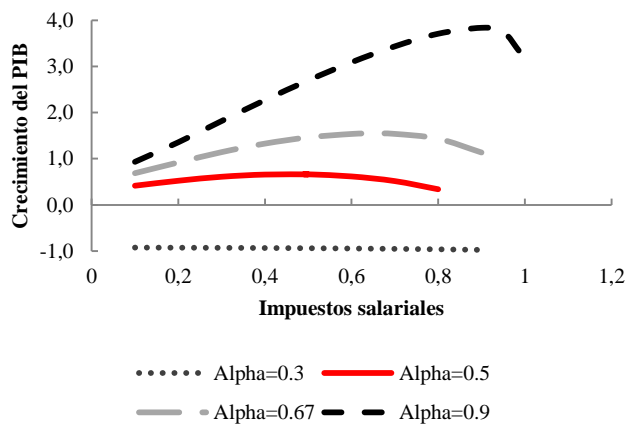
30. Li, H., J. Zhang, y J. Zhang. "Effects of longevity and dependency rates on saving and growth: Evidence from a panel of cross countries", *Journal of Development Economics*, vol. 84, No. 1, pp. 138-154, 2006.
31. Lucas, R. "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, No. 1, Elsevier, pp. 3-42, 1988.
32. Malmberg, B., y L. Sommestad. "The Hidden Pulse of History. Age transition and economic change in Sweden, 1820 - 2000" *Scandinavian Journal of History*, vol. 25, No. 1-2, pp. 131-146, 2000.
33. Mankiw, N., D. Romer, y D. Weil. "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economic*, vol. 107, No. 2, pp. 407-437, 1992.
34. Mincer, J. "Investment in Human Capital and Personal Income Distribution", *Journal of Political Economy*, vol. 66, No. 4, pp. 281-302. 1958.
35. Mincer, J. "The distribution of labor incomes: a survey with special reference to the human capital approach", *Journal of Economic Literature*, vol. 8, No. 1, pp. 1-26. 1970.
36. Mincer, J. "Schooling Experience and Earnings". New York: NBER. 1974.
37. Nelson, R.; Phelps, E. "Investment in humans, technology diffusion and economic growth", *The American Economic Review*, vol. 56, No. 2, Elsevier, pp. 69-75, 1966.
38. Romer, P. "Increasing Returns and Long-Run Growth". *The Journal of Political Economy*, vol. 94, No. 5, The University of Chicago Press, pp. 1002-1037, 1986.
39. Smith, J. P. "Healthy Bodies and Thick Wallets: The Dual Relation between Health and Economic Status", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 13, No. 2, pp. 145-166, 1999.
40. Sylwester, K. "Can education expenditures reduce income inequality?", *Economics of Education Review*, vol. 21, pp. 43-52, 2002.
41. Tabata, K. "Population aging, the costs of health care for elderly and growth", *Journal of Macroeconomics*, vol. 27, No. 3, pp. 472-493, 2005.
42. Uzawa, H. "Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth". *International Economic Review*, vol. 6, No. 1, University of Pennsylvania, pp. 18-31, 1965.
43. Weil, D. "Accounting for the Effects of Health on Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 122, No. 3, pp. 1265-1306, 2007.
44. Zeira, J. "Why and How Education affects economic Growth?" The Hebrew University of Jerusalem and CEPR. 2008.

## ANEXO.

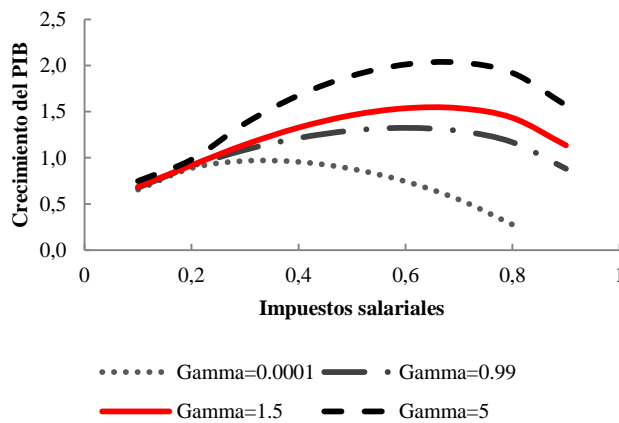
### A.1. Tasa impositiva óptima.

Con el fin de encontrar los determinantes de la tasa impositiva óptima se elimina el supuesto de agentes heterogéneos y se simula la tasa de crecimiento de largo plazo para distintas configuraciones de parámetros y varias tasas impositivas (salvo que se indique lo contrario, los parámetros de las simulaciones son los que se encuentran en las Tablas 3 y 4).

**Gráfico A.1.1. Crecimiento del PIB e impuestos salariales para distintas intensidades en la función de producción de bienes finales.**

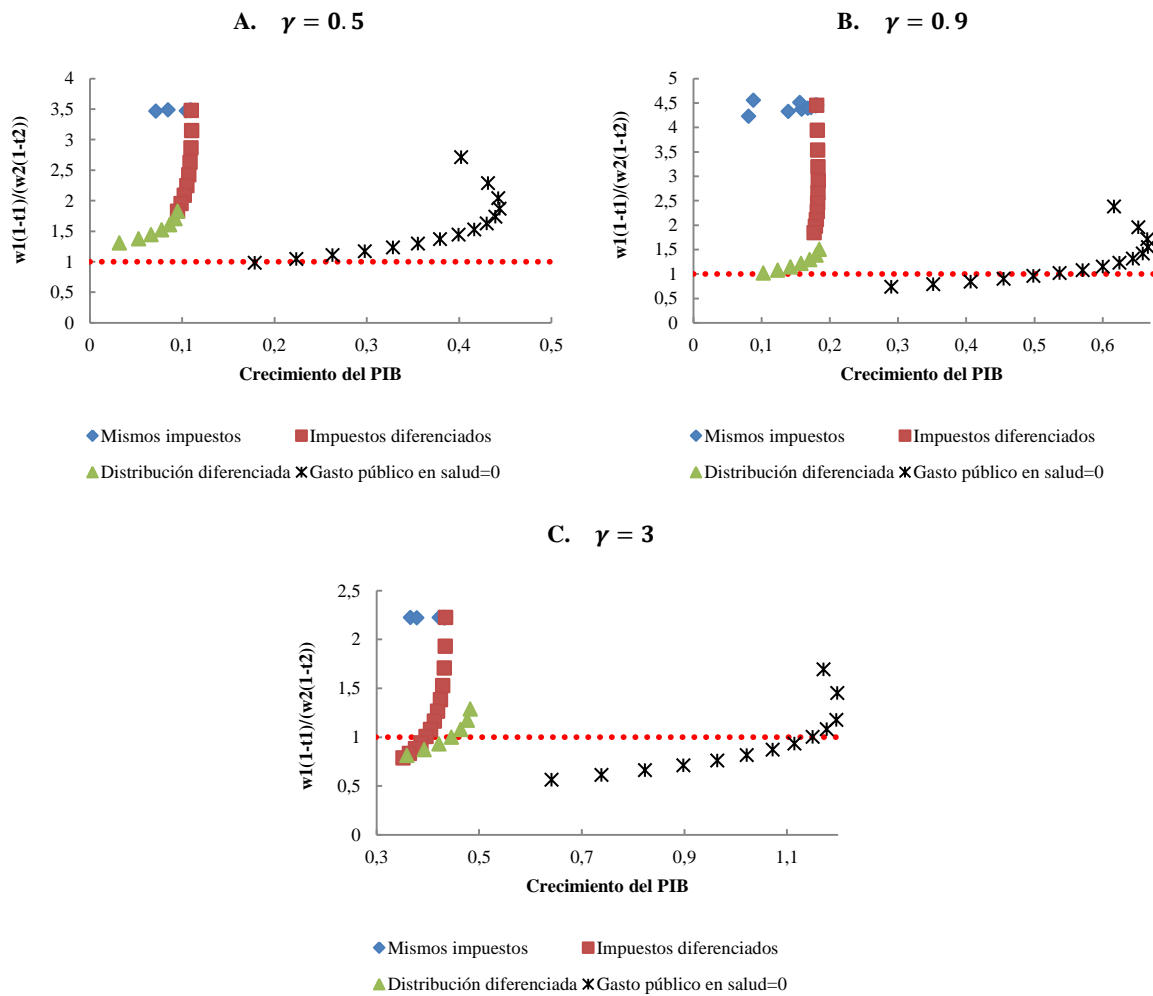


**Gráfico A.1.2. Crecimiento del PIB e impuestos salariales para distintas elasticidades en la función de acumulación de capital humano**

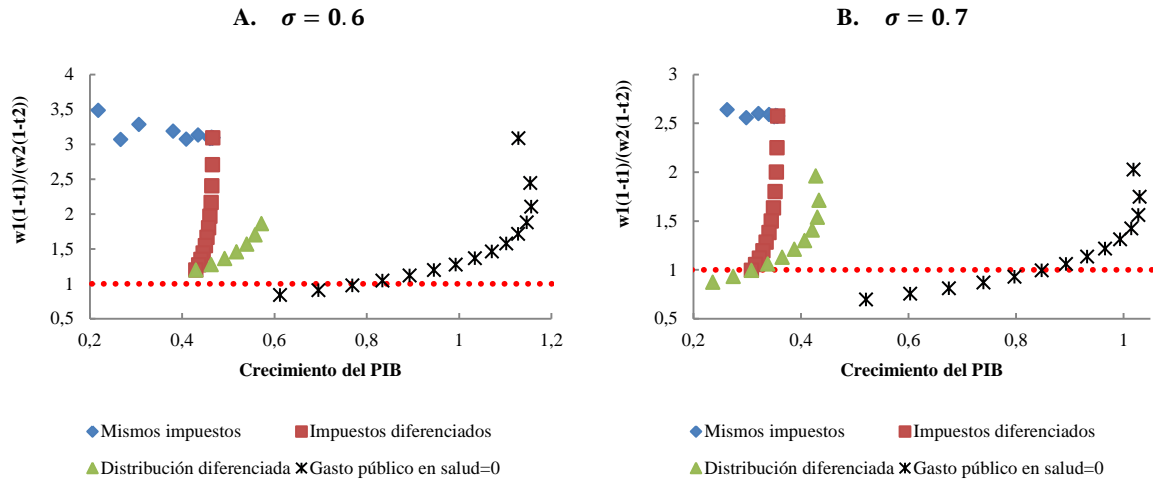


## A.2. Robustez de los resultados.

Gráfico A.2.1. Crecimiento económico y brecha salarial para distintas políticas públicas (valores diferentes de  $\gamma$ ).



**Gráfico A.2.2. Crecimiento económico y brecha salarial para distintas políticas públicas (valores diferentes de  $\sigma$ ).**



**Gráfico A.2.3. Crecimiento económico y brecha salarial para distintas políticas públicas (valores diferentes de “a” – gasto público en salud =0).**

