

Borradores de ECONOMÍA

Cambio tecnológico sesgado:
Desigualdad, crecimiento económico
y política fiscal

Por: Oscar Iván Ávila Montealegre

Núm. 769
2013



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

CAMBIO TECNOLÓGICO SESGADO: DESIGUALDAD, CRECIMIENTO ECONÓMICO Y POLÍTICA FISCAL¹.

Oscar Iván Ávila Montealegre²

Abstract

Durante las últimas décadas el incremento en la desigualdad experimentado por algunas economías desarrolladas ha estado relacionado con la adopción de tecnologías que utilizan intensivamente la mano de obra calificada. En este documento se plantea un modelo teórico en el que se recoge parte de la evidencia empírica sobre los efectos del cambio tecnológico sesgado sobre el crecimiento y la desigualdad. De igual forma, se analiza la efectividad de la política pública para suavizar los efectos negativos del cambio tecnológico sobre la brecha salarial y aprovechar sus bondades, en términos de crecimiento. Los resultados del modelo evidencian que ante un choque tecnológico, una política fiscal eficiente permite alcanzar un equilibrio de largo plazo con mayor expansión del PIB y menor brecha salarial que en la situación inicial.

Palabras clave: Cambio tecnológico sesgado, desigualdad, crecimiento económico, política fiscal.

Clasificación JEL: O3, J31, O40, E62

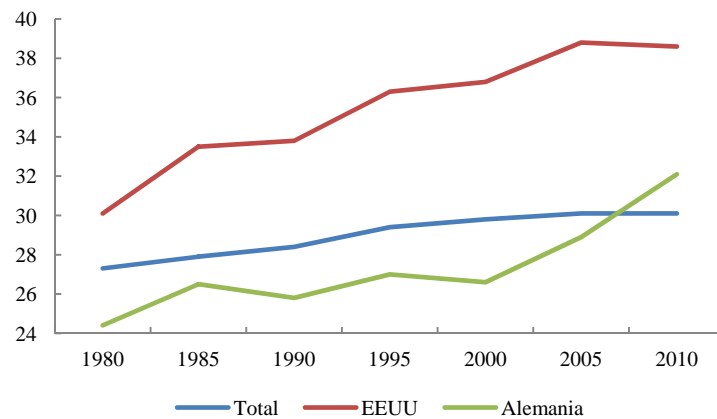
¹ Los comentarios son responsabilidad del autor y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

² Profesional del departamento de programación e inflación, Banco de la República. Correo electrónico: oavilamo@banrep.gov.co

1. INTRODUCCIÓN.

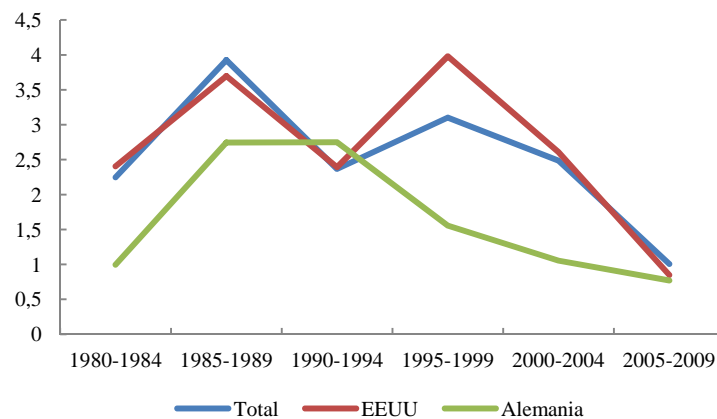
Durante las últimas décadas, pese al crecimiento económico positivo, la distribución del ingreso en las principales economías desarrolladas se ha deteriorado (Atkinson (2003) y Bastagli, Coady y Gupta (2012), Gráfico 1). Lo anterior es particularmente cierto en algunos años de las décadas de los ochentas y noventas cuando la tasa de expansión del PIB se aceleró y la brecha entre ricos y pobres aumentó (Gráfico 2). Adicionalmente, es importante notar que mientras el incremento en la desigualdad ha sido prácticamente constante, el comportamiento de la expansión del PIB ha sido más errático, en tanto se identifican periodos de fuerte expansión y otros de moderación. En este contexto, es interesante analizar aquellos momentos en los que la brecha salarial (proxy de la desigualdad) aumentó en un entorno de crecimiento positivo, con el fin de determinar si esta situación se habría podido evitar, en este caso, mediante la implementación de una política fiscal eficiente.

Gráfico 1. Evolución del coeficiente de Gini para algunas economías desarrolladas.



Fuente: Bastagli, Coady y Gupta (2012).

Gráfico 2. Crecimiento económico para algunas economías desarrolladas.



Fuente: Fondo Monetario Internacional.

En relación con la desigualdad, Bound y Johnson (1992) y Katz y Murphy (1992) estiman que en los Estados Unidos entre 1979 y 1987 el salario promedio de los graduados universitarios con más de cinco años de experiencia aumentó más que el de los graduados con educación secundaria y con características similares. Como lo explican diversos autores, este hecho estaría asociado con la adopción de tecnologías que favorecieron el uso de trabajadores educados; en este sentido, Bekman, Bound y Machin (1998) y Acemuglu (2000) encuentran que el incremento en la desigualdad experimentado en algunas economías desarrolladas durante los años ochenta es atribuible al uso de tecnologías intensivas en mano de obra calificada. De igual forma, Atkinson (2003) y Bastagli, Coady y Gupta (2012), entre otros, argumentan que el aumento en la desigualdad se habría generado por factores, como el cambio tecnológico y la globalización, que han favorecido la remuneración de trabajadores calificados.

En este contexto y teniendo en cuenta que los niveles de desigualdad alcanzados por las economías desarrolladas en las últimas décadas no relativamente altos, es interesante determinar si mediante la política pública es posible aprovechar las ventajas del cambio tecnológico, en términos de crecimiento económico, sin deteriorar la brecha salarial. Para ello, se plantea un modelo de generaciones traslapadas con agentes heterogéneos en el que se analizan los efectos del cambio tecnológico (neutral y sesgado) sobre la desigualdad y el crecimiento de largo plazo, y se determina la efectividad de la política pública para suavizar los efectos negativos del cambio tecnológico sobre la distribución del ingreso (cuando éstos se presentan).

Los resultados del modelo evidencian que los choques tecnológicos neutrales no tienen efectos sobre la distribución del ingreso, pues modifican la productividad de todos los individuos en la misma proporción. Por su parte, los cambios tecnológicos sesgados, que modifican la intensidad relativa con que se utiliza algún tipo de trabajo o que alteran la elasticidad de sustitución entre los distintos tipos de mano de obra, tienen efectos sobre la brecha salarial.

En este documento se explora la relevancia de la política fiscal, específicamente aquella destinada al gasto en educación pública y a la tributación a los salarios, para aprovechar las bondades del crecimiento económico en presencia de cambios tecnológicos, sin deteriorar la distribución del ingreso. En este contexto, el modelo evidencia que un diseño eficiente de la tributación y de la distribución del gasto público permite que la economía alcance un equilibrio de largo plazo mejor, en términos de crecimiento y de brecha salarial, que el de la situación inicial. No obstante, una tributación excesiva o deficiente, al igual que una distribución del gasto público ineficiente podrían llevar a la economía a un estado estacionario con mayor desigualdad y menor crecimiento.

El documento está organizado en cinco secciones incluyendo esta introducción. En la segunda parte se hace una breve revisión de literatura sobre los efectos del cambio tecnológico sobre el crecimiento y la desigualdad. Posteriormente se plantea y se desarrolla el modelo teórico. En la cuarta sección, se simula el comportamiento de economías hipotéticas con el objetivo de evaluar la efectividad de la política fiscal para suavizar los efectos no deseados del cambio tecnológico. Finalmente se concluye.

2. ANTECEDENTES.

Los cambios tecnológicos se pueden dividir entre aquellos que afectan la productividad de todos los factores de forma homogénea (neutrales) y en los que benefician en mayor proporción a uno de éstos (sesgados). Respecto a los primeros, los cambios tecnológicos modifican la productividad total de los factores, situación que afecta proporcionalmente la demanda de todos los factores productivos sin generar sesgos a favor de una u otra. Por su parte, el segundo tipo de innovaciones se presenta cuando la relación entre factores de producción, por ejemplo capital-trabajo, varía sin que el precio de los factores se altere (Kennedy (1964), Binswanger (1974) y Drandakis y Phelps (1966)); en términos prácticos, dicho choque implica que la economía cambia la intensidad con que utiliza sus factores de producción, por razones distintas a una variación en el costo relativo de sus insumos³.

Acemoglu (2002) resalta la existencia de dos fuerzas opuestas que determinan la adopción de este último tipo de tecnologías. Por un lado, el efecto precio crea incentivos para mejorar la eficiencia con que se utiliza el factor más costoso; y por el otro, el efecto mercado estimula el desarrollo de tecnologías que usan intensivamente el factor abundante. Estas dos fuerzas compiten, en la medida en que el primero favorece el uso de tecnologías que utilizan recursos escasos, mientras que el segundo mercado las del factor abundante.

En términos generales, la literatura económica muestra que los efectos del cambio tecnológico neutral sobre el crecimiento económico son positivos, en la medida en que un choque a la productividad multifactorial incrementa la eficiencia con que son utilizados todos los factores productivos y de esta forma la expansión de la producción (Solow (1956), Romer (1986) y Lucas (1988)).

En cuanto a los choques tecnológicos sesgados, Zuleta (2008) encuentra que en economías abundantes en capital físico, un cambio tecnológico ahorrador de trabajo puede tener efectos positivos sobre el crecimiento económico, en la medida en que se favorece el uso del factor abundante. Sin embargo, como lo argumenta Zuleta (2004), el uso de tecnologías ahorradoras de trabajo puede reducir el crecimiento económico, en tanto la implementación de éstas afecte negativamente el ingreso y el ahorro de los hogares (desincentivando la acumulación de capital físico). En este sentido, los efectos del cambio tecnológico sesgado sobre la expansión del PIB de largo plazo son ambiguos, situación que depende de la abundancia relativa de los factores de producción y del poder de mercado de las firmas, entre otros.

Por el lado de la desigualdad, Galor y Moav (2000) encuentran que un cambio tecnológico sesgado favorece el retorno relativo de los trabajadores calificados y aumenta la disparidad entre individuos de altas y bajas habilidades. De igual forma, Moore y Ranjan (2005) observan que el cambio tecnológico sesgado y la globalización incrementan la brecha entre ricos y pobres, sin embargo, estos dos choques tienen efectos distintos sobre el desempleo. En este sentido, los autores encuentran que si la complementariedad entre trabajadores calificados y no calificados es alta, el

³ A manera de ejemplo, en una función del tipo Cobb-Douglas el cambio tecnológico sesgado se da cuando se alteran las participaciones relativas de los factores de producción.

cambio tecnológico reduce el desempleo de los dos tipos de trabajadores. En cuanto a la globalización, ésta sólo disminuye el desempleo de los individuos de mayores habilidades.

Para el caso de los Estados Unidos, Acemoglu (2000) señala que la variación en los salarios y en los retornos a la educación experimentada en las últimas décadas, es evidencia suficiente sobre el cambio tecnológico sesgado. En este sentido, el aumento en la inequidad es explicado por la implementación de tecnologías que favorecen la utilización de mano de obra calificada. A su vez, el autor destaca que el siglo XX se caracterizó por un sesgo tecnológico generado por el rápido crecimiento de trabajadores calificados que incentivó el desarrollo de tecnologías complementarias al uso de la habilidad. De igual forma, Acemoglu (1998) argumenta que el aumento en la oferta laboral de graduados universitarios indujo el surgimiento de cambios tecnológicos sesgados que favorecieron la utilización de mano de obra calificada, inclinando la brecha salarial a su favor.

Por último, en cuanto a la relación desigualdad - crecimiento económico, Galor y Tsiddon (1996-1997) muestran que estas variables no se comportan de manera monótona, pues mientras en las primeras etapas de desarrollo económico dicha relación es positiva (mayor crecimiento, mayor desigualdad), cuando los países alcanzan un estado de desarrollo superior, la desigualdad comienza a disminuir, en un entorno de crecimiento positivo. De igual forma, Galor (2000) encuentra que en economías donde la acumulación de capital físico es el principal motor de crecimiento, la desigualdad y la expansión del PIB se mueven en la misma dirección; no obstante, en países en los que el desarrollo depende de la acumulación de capital humano, una menor brecha entre ricos y pobres estimula el crecimiento.

En un contexto en el que los choques tecnológicos favorecen el crecimiento económico pero deterioran la distribución del ingreso, es interesante analizar si la política pública es una herramienta útil para aprovechar las bondades del cambio tecnológico, en términos de crecimiento, sin afectar los indicadores de desigualdad. En las siguientes secciones se presenta un modelo teórico que describe los principales resultados sobre la relación cambio tecnológico – crecimiento y desigualdad, y que permite analizar la efectividad de la política fiscal para aprovechar las bondades del choque de tecnología.

3. MODELO⁴.

Con el fin de replicar la evidencia empírica sobre cambio tecnológico, crecimiento y distribución del ingreso, y evaluar la efectividad de la política pública para suavizar los posibles efectos negativos de un cambio tecnológico, se plantea un modelo de generaciones traslapadas con agentes heterogéneos y gobierno, y se simula el comportamiento de economías hipotéticas para distintos escenarios de la política pública y diferentes choques en los parámetros de tecnología. En términos generales la economía está compuesta por N hogares, un gobierno y una firma representativa, cuyos comportamientos se describen a continuación.

⁴ La nomenclatura del modelo se encuentra en la Tabla A.1. del ANEXO.

3.1. Problema de los hogares.

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 este sentido, los agentes viven por tres periodos: en el primero de estos, los individuos (niños) acumulan capital humano mediante la inversión en educación pública y privada; posteriormente, trabajan y obtienen un salario por ello⁵, el cual destinan a pago de impuestos, educación de la siguiente generación y consumo presente y futuro. En el último periodo, los agentes gastan su ahorro y sus rendimientos.

Por el lado de las preferencias se supone que los individuos obtienen una utilidad positiva por su consumo (presente y futuro) y por la educación (privada) que les brindan a sus hijos. Este último supuesto implica que los individuos tienen cierto grado de altruismo. 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).

$$U_t^i = \ln C_{y,t}^i + \psi_i \ln e_t^i + \beta_i (\ln C_{o,t+1}^i) \quad (1)$$

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

Del problema de maximización de las familias se encuentran los gastos óptimos en consumo presente y futuro, al igual que el gasto en educación privada que recibe la siguiente generación. Las ecuaciones (3), (4) y (5) establecen que los consumos y el gasto en educación 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 es mayor.

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

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

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

Recordando que el ahorro de cada individuo es igual a su consumo futuro descontado por la tasa de interés, de la ecuación (4) se tiene:

$$S_t^i = \frac{\beta_i w_t^i L_t^i (1 - \tau_t^i)}{1 + \beta_i + \psi_i} \quad (6)$$

⁵ La oferta de trabajo es exógena y constante en cada momento del tiempo, sin embargo su productividad es diferenciada entre individuos y depende del nivel de capital humano acumulado.

Agregando la ecuación (6) para todos los individuos adultos se encuentra el ahorro agregado de la economía:

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

Función de acumulación de capital humano.

En cuanto a la función de acumulación de capital humano se supone que el nivel de dicho capital para un individuo que es adulto en $t+1$ depende del capital humano de la generación anterior y de los gastos en educación privada y pública que recibió en el momento t . En términos funcionales se considera una función en la que, dependiendo de los parámetros, los gastos en educación pública y privada pueden ser complementarios o sustitutos, sin embargo, para la acumulación de capital humano es necesario que por lo menos uno de éstos sea positivo.

$$H_{t+1}^i = \theta_i \left(a_i (e_t^i)^{\gamma_i} + (1 - a_i) (\varphi_t^i G_t)^{\gamma_i} \right)^{\frac{\sigma_i}{\gamma_i}} (H_t^i)^{1-\sigma_i} \quad (8)$$

3.2. Gobierno

Por el lado del 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 entre los agentes niños de cada hogar. Finalmente, se considera 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:

$$G_t = \sum_{i=1}^N g_t^i = \sum_{i=1}^N w_t^i L_t^i \tau_t^i = \sum_{i=1}^N \varphi_t^i G_t \quad (9)$$

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

3.3. Firmas

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 entre los distintos tipos de trabajo y el capital físico, de tal forma que maximiza sus beneficios. La función de producción que se supone tiene rendimientos constantes a escala (consistente con los modelos teóricos de crecimiento) y los tipos de capital humano pueden ser sustitutos o complementarios, dependiendo de la configuración de parámetros. Matemáticamente el problema de la firma está representado por:

$$\text{Max } A_t \left(\sum_{i=1}^N b_i (H_t^i L_t^i)^{\rho_t} \right)^{\frac{\alpha_t}{\rho_t}} (K_t)^{1-\alpha_t} - \sum_{i=1}^N w_t^i L_t^i - (\tau_t + \delta) K_t \quad (10)$$

Definición 1:

Es importante notar que el parámetro b_i , referente a la intensidad con que es utilizado cada uno de los tipos de trabajo, debe cumplir con las siguientes propiedades:

1. $\sum_{i=1}^N b_i = 1$ y $b_i \geq 0$
2. $b_i = b_j$ si y sólo si $H_t^i = H_t^j$ o todos los tipos de trabajo son utilizados con la misma intensidad.
3. Si los tipos de trabajo se utilizan con intensidades distintas y la tecnología es intensiva en mano de obra calificada entonces:
 - a. $b_i > b_j$ si y sólo si $H_t^i > H_t^j$
 - b. $b_i < b_j$ si y sólo si $H_t^i < H_t^j$
4. Si los dos tipos de capital humano se utilizan con intensidades distintas y la tecnología es intensiva en mano de obra no calificada entonces:
 - a. $b_i < b_j$ si y sólo si $H_t^i > H_t^j$
 - b. $b_i > b_j$ si y sólo si $H_t^i < H_t^j$

Las condiciones (2), (3) y (4) implican que las firmas no tienen preferencia por el trabajo de una dinastía en especial, sino lo que les importa es su nivel de productividad. En este sentido, si la tecnología es intensiva en mano de obra calificada emplearán más la mano de obra de la dinastía con mayor nivel de capital humano. Por último, dado que los choques tecnológicos que se consideran en este documento son aquellos que incrementan la participación de la mano de obra calificada, en línea con la evidencia empírica, la parte (4) de la definición no se tendrá en cuenta más adelante.

Continuando con la función de producción es importante resaltar que la forma funcional considerada permite la existencia de distintos tipos de choques tecnológicos. El primero de estos hace referencia a la productividad multifactorial (A_t); el segundo, a la intensidad relativa con que son utilizados el capital físico y el capital humano (α_t); el tercero, a la participación relativa de los distintos tipos de capital humano (b_i). El último se refiere a la elasticidad de sustitución entre las distintas clases de capital humano (ρ_t).

Dado el supuesto de competencia perfecta se encuentra que la productividad marginal de cada factor es igual a su costo marginal (ecuaciones (11) y (12)):

$$[L_t^i]: A_t (K_t)^{1-\alpha_t} \left(\sum_{i=1}^N b_i (H_t^i L_t^i)^{\rho_t} \right)^{\frac{\alpha_t}{\rho_t}-1} \alpha_t b_i (H_t^i)^{\rho_t} (L_t^i)^{\rho_t-1} - w_t^i = 0 \quad (11)$$

$$[K_t]: A_t \left(\sum_{i=1}^N b_i (H_t^i L_t^i)^{\rho_t} \right)^{\frac{\alpha_t}{\rho_t}} (1 - \alpha_t) (K_t)^{-\alpha_t} - (r_t + \delta) = 0 \quad (12)$$

3.4. 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 individuo es constante, por lo que se puede normalizar a 1.

$$L_t^i = \bar{L} = 1 \quad (13)$$

Bajo este supuesto los salarios de cada individuo dependen positivamente de su nivel de capital humano y del de los demás agentes, al igual que del capital físico de la economía (ecuación (14)).

$$w_t^i = A_t (K_t)^{1-\alpha_t} \left(\sum_{i=1}^N b_i (H_t^i)^{\rho_t} \right)^{\frac{\alpha_t}{\rho_t}-1} \alpha_t b_i (H_t^i)^{\rho_t} \quad (14)$$

Por su parte, de las ecuaciones (8), (9) y (14) se encuentra que la dinámica del capital humano depende únicamente del nivel de capital humano de la generación anterior y de los salarios de los demás agentes de la economía, los cuales a su vez dependen del capital físico y de sus niveles de productividad (ecuación (15)).

$$H_{t+1}^i = \theta_i \left(a_i \left(\frac{\psi_i w_t^i (1-\tau_t^i)}{1+\beta_i+\psi_i} \right)^{\gamma_i} + (1-a_i) (\varphi_t^i \sum_{i=1}^N w_t^i \tau_t^i)^{\gamma_i} \right)^{\frac{\sigma_i}{\gamma_i}} (H_t^i)^{1-\sigma_i} \quad (15)$$

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

$$K_{t+1} = S_t = \sum_{i=1}^N \frac{\beta_i w_t^i (1-\tau_t^i)}{1+\beta_i+\psi_i} \quad (16)$$

Dado esto, y 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 (14), (15) y (16).

3.5. Brecha salarial

Con el fin de analizar la desigualdad de ingresos entre distintos individuos, de la ecuación (14) es posible construir la brecha salarial después de impuestos para dos trabajadores provenientes de distintos hogares. Esto es:

$$\frac{(1-\tau_t^i) w_t^i}{(1-\tau_t^j) w_t^j} = \frac{(1-\tau_t^i) b_i (H_t^i)^{\rho_t}}{(1-\tau_t^j) b_j (H_t^j)^{\rho_t}} \quad (17)$$

De acuerdo con esta relación las diferencias salariales entre individuos están explicadas por: sus tasas impositivas, su nivel de capital humano relativo, la intensidad con que son usados sus tipos de trabajo, y la elasticidad de sustitución entre éstos. De igual forma se observa que cambios tecnológicos neutrales, como choques en la productividad multifactorial (A_t), o cambios tecnológicos sesgados que hagan más o menos intensivo el uso del capital, como variaciones en (α_t), no tienen efecto alguno sobre los salarios relativos. Lo anterior, debido a que estos choques afectan de manera igualitaria la demanda por todos los tipos de trabajo, sin generan un sesgo a favor hacia algún individuo.

Teniendo en cuenta que la brecha salarial depende de un pequeño grupo de parámetros es interesante determinar cómo responde ante modificaciones en éstos. Para ello, se simplificará el modelo, suponiendo que la economía está compuesta únicamente por dos tipos de hogares. El análisis que se hace en esta sección es de equilibrio parcial, pues deja a un lado los efectos indirectos del choque; en otras palabras, sólo se analiza el efecto instantáneo del cambio tecnológico. El análisis de equilibrio general se realizará en la sección de SIMULACIONES. En este contexto, denótese la brecha salarial por la siguiente función:

$$g(H_t^1, H_t^2) = \frac{(1-\tau^1)b_1}{(1-\tau^2)b_2} \left(\frac{H_t^1}{H_t^2} \right)^\rho \quad (18)$$

3.5.1. Choques en la importancia relativa de los distintos tipos de trabajo.

Inicialmente considérese un choque que hace más intensivo el uso de la mano de obra calificada (este choque es relevante si existen diferencias iniciales en los dos tipos de capital). Además, supóngase que el capital humano de la dinastía 1 es mayor que el del hogar 2 (el otro caso es análogo) y que la brecha salarial inicial está a favor de esta dinastía, esto es:

- i. $H_t^1 > H_t^2$
- ii. $g_{inicial} > 1$
- iii. Por *Definición* I debe ser cierto que $b_1^{inicial} \geq 0.5$.

En esta situación el cambio tecnológico favorecería la utilización del capital humano de la dinastía 1, pues es la de mayor productividad. Calculando la brecha antes y después del choque, *ceteris paribus*, se tiene que:

$$\frac{g_{final}}{g_{inicial}} = \left(\frac{b_1^{final}}{(1-b_1^{final})} \frac{(1-b_1^{inicial})}{b_1^{inicial}} \right)^\rho \quad (19)$$

Es fácil ver que $\frac{g_{final}}{g_{inicial}} > 1$, pues el coque tecnológico genera que

- iv. $b_1^{final} > b_1^{inicial} \geq 0.5$.

Las condiciones (i) y (iv) implican que la brecha final es mayor que la inicial ($g_{final} > g_{inicial}$); en otras palabras, el efecto instantáneo de este tipo de cambio tecnológico incrementa la desigualdad a favor de la dinastía con mayor capital humano, en este caso el hogar 1.

Por último, es posible ver que si en la situación inicial se cumplen (i) y (iii) pero no (ii), el cambio tecnológico puede reducir la desigualdad, pues de la ecuación (19) se sabe que $g_{final} > g_{inicial}$; además se tiene que $g_{inicial} < 1$, por lo que es posible que el choque acerque la brecha salarial a 1, valor en el que los salarios después de impuestos son iguales. El inconveniente con este escenario base, es que implica que la brecha salarial inicial está a favor de la dinastía con menor capital humano, situación que no es consistente con la evidencia empírica. Dado esto, no se hará un análisis más detallado de este escenario.

3.5.1.1. Caso Cobb Douglas

Si la función de producción de bienes finales es del tipo Cobb-Douglas ($\rho_t \rightarrow 0$) la brecha salarial depende únicamente de las tasas impositivas y de la importancia relativa de los distintos tipos de capital humano en la generación de bienes finales (ecuación (19)).

$$\frac{(1-\tau_t^i)w_t^i}{(1-\tau_t^j)w_t^j} = \frac{(1-\tau_t^i)b_i}{(1-\tau_t^j)b_j} \quad (20)$$

Este resultado implica que cuando la elasticidad de sustitución entre los distintos tipos de trabajo es igual o cercana a 1, las diferencias salariales no dependen de los niveles de capital relativos. Lo anterior sucede porque al suponer una función de producción Cobb Douglas el salario de cada individuo depende tanto de su nivel de capital humano como del de los demás, de forma tal que un incremento en nivel de capital humano de cualquier dinastía afecta el salario de las demás en la misma proporción.

De igual forma se observa que ante un choque en b_i la desigualdad se puede reducir totalmente mediante una combinación de tasas impositivas. Bajo el supuesto de dos hogares, el nivel de desigualdad cero se alcanza cuando:

$$\frac{(1-\tau_i)}{(1-\tau_j)} = \frac{1-b_i}{b_i} \quad (21)$$

Esta ecuación muestra que existen infinitas combinaciones de impuestos que permiten reducir la desigualdad a cero, pese a ello, es posible que algunas de ellas tengan un efecto negativo sobre la expansión del PIB. En este sentido, es interesante determinar cuál de estas políticas es la que genera los mejores resultados en términos de crecimiento de largo plazo. De igual forma, se encuentra que bajo estos supuestos la política redistributiva no tiene efectos sobre la desigualdad por lo que la única herramienta de política que afecta la brecha salarial son los impuestos.

Por último, si se supone que $\rho_t \neq 0$ la solución es menos trivial en la medida en que la brecha salarial depende de los niveles de capital humano y estos a su vez de la política pública. En este

caso es necesario hacer un análisis numérico para determinar cuál debe ser el diseño de la política fiscal. Estos resultados se exploran en la siguiente sección.

3.5.2. *Choque en la elasticidad de sustitución entre los distintos tipos de trabajo.*

Finalmente, con el fin de determinar los efectos instantáneos sobre la brecha salarial de un cambio en la elasticidad de sustitución entre los dos tipos de capital humano se deriva la ecuación (18) con respecto a este parámetro (ρ) y se analiza el signo de su derivada.

$$\frac{\partial g}{\partial \rho} = \frac{(1-\tau^1)b_1}{(1-\tau^2)b_2} \left(\frac{H_t^1}{H_t^2}\right)^\rho \ln\left(\frac{H_t^1}{H_t^2}\right) \quad (22)$$

El signo de esta última ecuación depende del nivel relativo de los dos tipos de capital humano. En este sentido los efectos sobre la desigualdad, no sólo dependen de este signo, sino del nivel inicial de la brecha.

Caso 1: situación inicial de no brecha salarial.

En este caso $g_{inicial} = 1$, por lo que:

$$\frac{\partial g}{\partial \rho} = \ln\left(\frac{H_t^1}{H_t^2}\right)$$

De esta ecuación se tiene:

1. Si los dos tipos de capital son iguales, una variación en la elasticidad de sustitución no tiene efectos sobre la brecha salarial, pues de acuerdo $\frac{\partial g}{\partial \rho} = 0$ y $g_{final} = 1$.
2. Si $H_t^1 > H_t^2$, el choque tecnológico incrementa la desigualdad a favor de la dinastía 1, pues $\frac{\partial g}{\partial \rho} > 0$ y $g_{final} > 1$.
3. Si $H_t^1 < H_t^2$, el choque tecnológico incrementa la desigualdad a favor de la dinastía 2, pues $\frac{\partial g}{\partial \rho} < 0$ y g después del choque sería $g_{final} < 1$.

Este primer caso evidencia que si los niveles de capital humano iniciales son distintos, un choque tecnológico, como el descrito, incrementa la brecha salarial (instantánea) a favor de los individuos con mayor capital humano inicial.

Caso 2: situación inicial de brecha salarial a favor de la dinastía 1.

En este caso $g_{inicial} > 1$, por lo que:

$$\frac{\partial g}{\partial \rho} = g_{inicial} \ln\left(\frac{H_t^1}{H_t^2}\right)$$

De esta ecuación se tiene:

1. Si los dos tipos de capital son iguales, una variación en la elasticidad de sustitución no tiene efectos sobre la brecha salarial, pues de acuerdo con la *Definición 1* $b_1 = b_2$, lo que implica que $\frac{\partial g}{\partial \rho} = 0$ y $g_{final} = g_{inicial}$.
2. Si $H_t^1 > H_t^2$, el choque tecnológico incrementa la desigualdad a favor de la dinastía 1, pues $\frac{\partial g}{\partial \rho} > 0$ y $g_{final} > g_{inicial}$.
3. Si $H_t^1 < H_t^2$, el choque tecnológico puede generar dos situaciones, en tanto $\frac{\partial g}{\partial \rho} < 0$.
 - a. Si $1 \leq g_{final} = g_{inicial} + \frac{\partial g}{\partial \rho}$ la brecha salarial se reduce.
 - b. Si $g_{final} = g_{inicial} + \frac{\partial g}{\partial \rho} \leq 1$ la brecha salarial se amplía a favor de la dinastía 2.

De nuevo, aunque (3) es factible y es un escenario deseable, no es adecuado pensar que en la situación inicial la brecha salarial esté a favor de la dinastía con menor capital humano, pues esto no es consistente con la evidencia empírica.

4. SIMULACIONES

Con el fin de analizar los efectos del cambio tecnológico sobre la desigualdad y el crecimiento se simula el comportamiento de economías hipotéticas, compuestas por dos tipos de hogares, que difieren en sus parámetros de formación de capital humano. Los choques tecnológicos que se consideran plantean variaciones a los parámetros de la función de producción relacionados con la intensidad con que son utilizados los distintos tipos de trabajo de la economía (en este caso dos) y con la elasticidad de sustitución entre estos. Una vez identificados estos choques se analizan distintas estructuras fiscales, con el fin de determinar cuál es la más apropiada para maximizar el crecimiento y reducir la desigualdad.

Específicamente las simulaciones se realizarán para dos tipos de economías: rica y de bajos ingresos. En el caso de la primera, la situación inicial está descrita por un crecimiento económico positivo y bajos niveles de desigualdad; mientras que para la segunda por una baja expansión de la producción y una brecha salarial alta. La idea de considerar estos dos grupos de economías es determinar cuáles son los efectos del cambio tecnológico en cada una de ellas y si la política pública puede llevarlas a un equilibrio con mayor crecimiento y menor desigualdad.

La forma como se genera la brecha salarial para los dos tipos de economías es mediante el parámetro θ_i , el cual se refiere a la productividad multifactorial con que se acumula el capital humano en cada dinastía. En este sentido, se supone que una dinastía tiene un parámetro alto mientras la otra no. Para generar las diferencias entre crecimientos para los dos países, se supone que la economía rica tiene mayores valores de θ_i que el país de bajos ingresos. Finalmente, en cuanto a la función de acumulación de capital humano de los individuos se considera que los gastos privado y público en educación son complementarios imperfectos.

4.1. Cambio tecnológico sesgado: Choques en *b*.

En este primer grupo de simulaciones se considera que las economías hipotéticas se enfrentan a un cambio tecnológico sesgado que incrementa la intensidad con que es utilizada la mano de obra calificada. En otras palabras, el choque tecnológico aumenta la demanda relativa por trabajadores con mayor capital humano. Los resultados de estas simulaciones, al igual que los parámetros utilizados para éstas se encuentran en el ANEXO A.1.

Una primera inspección a las simulaciones evidencia que un aumento en la intensidad con que es utilizada la mano de obra calificada incrementa la brecha salarial, a favor de la dinastía con mayor capital humano inicial, resultados que corroboran lo encontrado en la sección 3.5.1, a su vez el choque tecnológico incrementa el crecimiento económico de largo plazo, en la medida en que utiliza de manera más intensiva la mano de obra más productiva. Lo anterior es cierto tanto para la economía rica como la de bajos ingresos. De igual forma se observa que los resultados son robustos para distintas especificaciones de la función de producción de bienes finales, como para diferentes combinaciones de política pública inicial. Este resultado es consistente con la evidencia empírica presentada en la introducción de este documento, así como con la revisión de literatura descrita previamente.

Una vez se tiene el resultado esperado es interesante observar si mediante la política pública es posible aprovechar las bondades del cambio tecnológico, en términos de crecimiento de largo plazo, sin afectar la distribución del ingreso. Para ello, se analizan distintas combinaciones de política, tanto en términos de distribución del gasto como de impuestos, para los dos tipos de economías. Los resultados de estas simulaciones se presentan en la sección A.1 del ANEXO y evidencian que tanto para la economía de altos ingresos como para la de bajos es posible alcanzar una situación mejor a la inicial (antes del choque), tanto en términos de crecimiento como de desigualdad.

Para el caso de la economía rica (sección A.1.1 del ANEXO), en donde las diferencias salariales antes y después del choque no son muy grandes, es posible llegar a un equilibrio de largo plazo sin desigualdad; no obstante, esta situación implica sacrificar un poco de crecimiento (respecto a la situación posterior al cambio tecnológico, pero sin política activa). En términos generales, la política pública que permite llegar a dicha situación es una en la que las tasas impositivas no son muy altas, con el fin de no desestimular el gasto privado en educación, en especial el de la dinastía con mayor productividad; de igual forma, la distribución del gasto es un poco mayor para la dinastía menos productiva, es decir, aquella que no se favorece directamente con el cambio tecnológico. En este contexto, el menor crecimiento de largo plazo, frente a la situación sin política activa, es consecuencia del mayor apoyo a la dinastía menos productiva, en otras palabras, el costo de reducir la desigualdad a cero, es sacrificar un poco de productividad en el largo plazo. Pese a ello, desde una perspectiva de un planificador central, dicha situación podría ser más deseable, en tanto se tiene una distribución más homogénea del ingreso, y el crecimiento de largo plazo continúa siendo positivo.

De igual forma, es importante resaltar que no todas las políticas que cumplen con estas condiciones generan un mejor equilibrio de largo plazo, en el sentido en que existen políticas ineficientes, en

tanto, para un nivel de brecha salarial dado, la expansión del PIB es más baja. En este sentido, cabe notar la existencia de políticas que aunque permiten reducir totalmente la brecha salarial tienen un mayor costo en términos de crecimiento. Dichas políticas, en general implican mayores tasas impositivas para las dinastías más productivas, situación que desestimula su gasto privado en educación y posteriormente su acumulación de capital humano, lo anterior afecta negativamente el crecimiento del PIB, aunque reduce las diferencias entre ricos y pobres.

Estos resultados evidencian que el aumento en la desigualdad experimentado por las economías desarrolladas en las últimas décadas, consecuencia del cambio tecnológico, pudo haberse evitado mediante la implementación de una política pública activa, sin embargo, es importante notar, que una mala implementación de política también habría podido llevar a estos países a un equilibrio con menor crecimiento y mayor brecha salarial.

En el caso de la función de producción del tipo Cobb Douglas en los distintos tipos de capital humano se tuvieron en cuenta los resultados de la sección 3.5.1.1 según los cuales, ante un choque tecnológico que aumenta la intensidad con que es utilizado el capital humano más alto, es posible reducir la desigualdad a cero mediante una combinación específica en las tasas impositivas. Las simulaciones (secciones A.1.1.1 y A.1.2.1 del ANEXO) muestran que al seguir esta regla (ecuación (21)) se puede alcanzar un equilibrio sin brecha salarial, pese a ello, los resultados en términos de crecimiento dependen de la combinación impositiva; en este sentido, existen algunas asignaciones que generan un equilibrio ineficiente, en tanto es posible incrementar la expansión de largo plazo sin afectar la brecha salarial. Tanto para la economía rica como para la de bajos ingresos el equilibrio con mayor crecimiento es consistente con mayores impuestos (relativos) para la dinastía que se favorece con el cambio tecnológico.

Finalmente, para el país de bajos ingresos (sección A.1.2 del ANEXO), se encuentran resultados similares, sin embargo, es importante notar que en algunas situaciones reducir la desigualdad a cero implica desaprovechar las bondades del cambio tecnológico, en la medida en que se llega a un equilibrio con menor crecimiento del inicial (gráfico A.10 del ANEXO). No obstante, frente a la situación base, siempre es posible encontrar una política que, para la nueva configuración de parámetros, lleve a la economía a un estado estacionario con mayor crecimiento y menor brecha salarial.

4.2. Cambio tecnológico sesgado: Choques en ρ .

El último grupo de simulaciones considera un choque en la elasticidad de sustitución entre los dos tipos de capital humano, en este caso se considera únicamente la economía de ingresos altos, dado que los resultados son similares para los dos tipos de países.

Las simulaciones se encuentran en la sección A.2 del ANEXO y evidencian que un aumento en ρ incrementa la desigualdad y el crecimiento económico de largo plazo. Al igual que en la sección anterior el cambio tecnológico favorece a la dinastía con mayor capital humano, corroborando los resultados encontrados en la sección 3.5.2. De forma similar se observa que mediante la política pública es posible reducir los efectos negativos sobre la distribución del ingreso, sin dejar de

aprovechar las bondades del cambio tecnológico. Sin embargo, no todas las políticas redistributivas generan un equilibrio con mayor crecimiento que el inicial.

Por último, vale la pena notar que la efectividad de la política fiscal depende de la magnitud del cambio, en la medida en que un choque demasiado grande dificulta reducir la desigualdad sin afectar el crecimiento de largo plazo (gráfico A.17).

5. CONCLUSIONES

El incremento en la desigualdad experimentado por algunas economías desarrolladas a partir de la década de los años ochentas es atribuible a la implementación de tecnologías que favorecieron el uso de mano de obra calificada (cambio tecnológico sesgado). En este documento se plantea un modelo teórico, de generaciones traslapadas con agentes heterogéneos, en el que se muestran los efectos del cambio tecnológico sesgado sobre el crecimiento y la desigualdad.

En términos generales se encuentra que los choques tecnológicos, que hacen que la economía utilice de manera más intensiva la mano de obra calificada o que modifiquen la elasticidad de sustitución entre los distintos tipos de trabajo, afectan positivamente el crecimiento económico de largo plazo, pero incrementan la brecha salarial, a favor de los individuos con mayor capital humano. Resultados consistentes con la evidencia empírica y teórica sobre crecimiento, desigualdad y cambio tecnológico sesgado.

En este contexto, se analiza la efectividad de la política pública para reducir la brecha salarial sin desaprovechar las bondades del cambio tecnológico. Los resultados del modelo evidencian, que en la mayoría de ocasiones, la política fiscal, mediante el cambio en sus tasas impositivas y distributivas, permite alcanzar un equilibrio de largo plazo mejor que el inicial, tanto en términos de crecimiento como de brecha salarial. En este sentido, el modelo muestra que una política pública adecuada permite que todos los individuos de la economía se beneficien del choque tecnológico. Pese a ello, un diseño ineficiente de la política pública podría llevar a la economía a un equilibrio con mayor desigualdad y menor crecimiento que el inicial.

Al comparar entre distintas economías, se observa que en aquellos países donde la brecha salarial inicial no es tan grande, es más fácil alcanzar un equilibrio después del choque, con alto crecimiento y baja desigualdad. Finalmente se observa que la efectividad de la política fiscal depende del tamaño del cambio tecnológico, pues choques muy grandes dificultan la reducción de la brecha salarial, en tanto incrementan en mayor medida las diferencias entre dinastías.

En términos prácticos, el modelo que se plantea en este documento sirve como herramienta para analizar distintos tipos de choques tecnológicos que podrían estarse presentando o presentarse en economías en vía de desarrollo. En particular, es relevante para el análisis de innovaciones que afectan los mercados de trabajo y para el diseño de políticas públicas que propendan por reducir la brecha salarial. Adicionalmente, el modelo podría complementarse al considerar una economía abierta, situación que permitiría estudiar choques adicionales.

BIBLIOGRAFIA

1. Acemoglu, D. 1998. Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality. *The Quarterly Journal of Economics* 113(4), 1055-1089.
2. Acemoglu, D. 2000. Technical change, inequality, and the labor market. *Journal of Economic Literature*, 40(1), 7-72.
3. Acemoglu, D. 2002. Directed Technical Change. *The Review of Economic Studies*, 69, 781-809.
4. Atkinson, A. 2003. Income Inequality in OECD Countries: Data and Explanations. *CESifo Economic Studies*, 49(4), 479-513.
5. Bastagli, F., Coady, D., y Gupta, S. 2012. Income Inequality and Fiscal Policy. *IMF Staff discussion Note*, Septiembre 27.
6. Bekman, E., Bound, J., y Machin, S. 1998. Implications of Skill-Biased Technological Change: International Evidence. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1245-1279.
7. Binswanger, H. 1974. A Microeconomic Approach to Induced Innovation. *The Economic Journal*, 84(336), 940-958.
8. Bound, J., y Johnson, G. 1992. Changes in the Structure of Wages during the 1980s: An Evaluation of Alternative Explanations. *American Economic Review*, 82, 371-392.
9. Drandakis, E., y Phelps, E. 1966. A Model of Induced Invention, Growth and Distribution. *Economic Journal*, 76(304), 823-840.
10. Galor, O. 2000. Income Distribution and the Process of Development. *European Economic Review*, 44, 706-712.
11. Galor, O., y Moav, O. 2000. Ability-Biased Technological Transition, Wage Inequality, and Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics* 115(2), 469-497.
12. Galor, O., y Tsiddon, D. 1996. Income Distribution and Growth: The Kuznets Hypothesis Revisted. *Economica, New Series*, 63(250), S103-S117.
13. Galor, O., y Tsiddon, D. 1997. Technological Progress, Mobility and Economic Growth. *The American Economic Review*, 87(3), 363-382.
14. Katz, L., y Murphy, K. 1992. Changes in Relative Wages, 1963-1987: Supply and Demand Factors. *Quarterly Journal of Economics*, 107, 35-78.

15. Kennedy, C. 1964. Induced Bias Innovation and Theory of Distribution. *Economic Journal* 74, 541-547.
16. Lucas, R. 1988. On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-41.
17. Moore, M., y Ranjan, P. 2005. Globalisation vs Skill-Biased Technological Change: Implications for Unemployment and Wage Inequality. *The Economic Journal*, 115(503), 391-422.
18. Romer, P. 1986. Increasing Returns and Long-run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 102-137.
19. Solow, R. 1956. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65-94.
20. Zuleta, H. 2004. Factor Saving Innovations and Capital Income Share in OLG Models. *Mimeo*.
21. Zuleta, H. 2008. Factor Saving Innovations and Factor Income Shares. *Review of Economic Dynamics*, 11(4), 836-851.

ANEXO

Tabla A.1. Nomenclatura del modelo

Variable	Definición
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.
ψ_i	Importancia relativa del capital humano de la siguiente generación en la función de utilidad (grado de altruismo).
β_i	Tasa de descuento
w_t^i	Salario real en t.
L_t^i	Oferta – demanda de trabajo en t.
τ_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.
a_i	Importancia relativa del gasto privado en la función de acumulación de capital humano.
γ_i	Parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución entre tipos de gasto en educación (función de acumulación de capital humano)
φ_t^i	Fracción del gasto público destinado a la dinastía i.
σ_i	Importancia relativa de los gastos público y privado en educación, en la función de acumulación de capital humano.
θ_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	Importancia relativa del capital humano de la dinastía i en la función de producción de bienes finales.
ρ_t	Parámetro relacionado con la elasticidad de sustitución entre tipos de capital humano (función de producción)
α_t	Importancia relativa del capital humano (agregado) en la producción de bienes finales.
K_t	Capital físico.
δ	Tasa de depreciación del capital físico.

Los índices “i” corresponden a cada dinastía la dinastía.

A.1. Cambio tecnológico sesgado (Choques en b).

A.1.1. País rico.

En todos los casos el choque que se considera es un aumento en el parámetro b , el cual pasa de 0,5 en la situación inicial a 0,6. Dado que existen dos valores para b_i el más alto se aplicará a la dinastía con mayor capital humano.

A.1.1.1. Función de producción tipo Cobb-Douglas en los tipos de capital humano.

Los parámetros considerados en este grupo de simulaciones se resumen en las tablas A.1 y A.2.

Tabla A.1. Parámetros agregados de la economía.

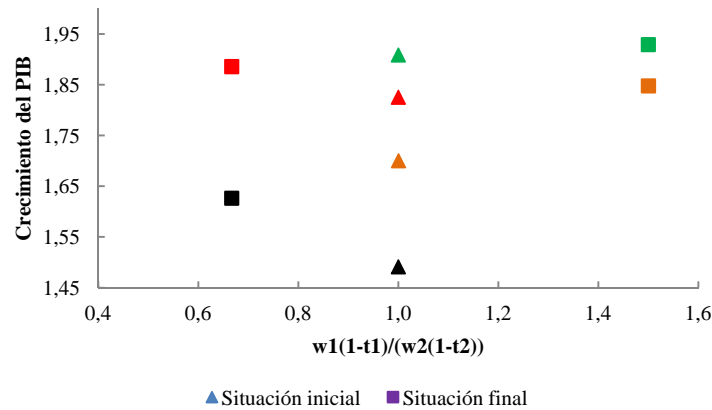
A	α	ρ	b
10	0.5	0.001	0.5

Tabla A.2. Parámetros de las dinastías.

Dinastía	α	β	θ	γ	σ	ψ
1	0.5	0.9	5	10	0.8	0.5
2	0.5	0.9	4.5	10	0.8	0.5

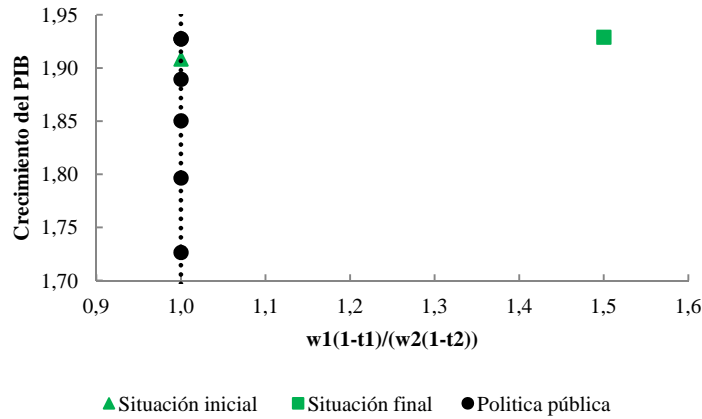
Con el fin de entender los gráficos que se presentan a continuación vale la pena notar que cada figura representa la combinación entre brecha salarial y crecimiento para una política pública determinada. Los triángulos hacen referencia a la situación inicial (antes del choque) mientras que los cuadros a la situación final. La similitud en los colores de los triángulos y los cuadros implica que la política es la misma antes y después del choque, por lo que es fácil comparar las situaciones antes y después del cambio tecnológico.

Gráfico A.1. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico).



Para la segunda gráfica, nuevamente el triángulo representa la situación inicial, mientras que el cuadro la final, el color de estas dos figuras implica, nuevamente, que la política es la misma en los dos casos (el color coincide con la política del gráfico A.1). En esta gráfica se observa una nueva figura (círculo) que representa la política pública activa bajo la nueva configuración de parámetros. En este caso y únicamente para la función de producción Cobb Douglas la combinación de impuestos es la que resulta de la ecuación (21). La línea punteada es el punto donde la brecha salarial es cero.

Gráfico A.2. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico, y con la política de respuesta).



A.1.1.2. Función de producción tipo complementarios imperfectos en los tipos de capital humano.

Los parámetros considerados en este grupo de simulaciones se resumen en las tablas A.3 y A.4.

Tabla A.3. Parámetros agregados de la economía.

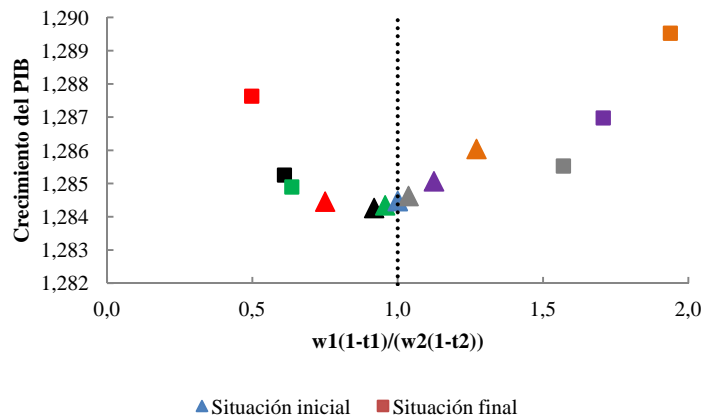
A	α	ρ	b
10	0.5	10	0.5

Tabla A.4. Parámetros de las dinastías.

Dinastía	a	β	θ	γ	σ	ψ
1	0.5	0.9	5	10	0.8	0.5
2	0.5	0.9	4.5	10	0.8	0.5

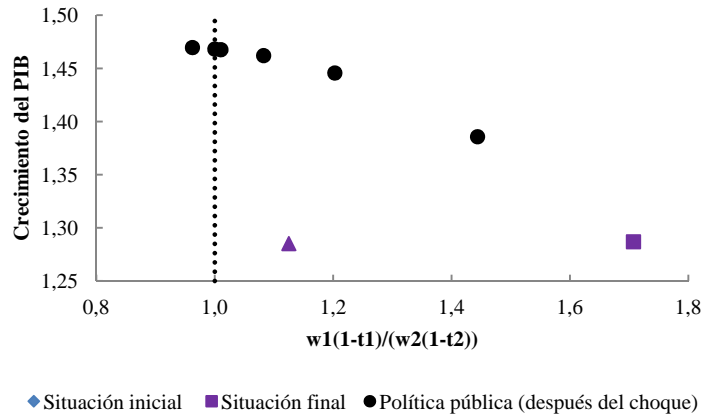
El gráfico A.3 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.1.

Gráfico A.3. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico).



El gráfico A.4 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.2 de la sección anterior.

Gráfico A.4. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico, y con la política de respuesta).



A.1.1.3. Función de producción tipo sustitutos cercanos en los tipos de capital humano.

Los parámetros considerados en este grupo de simulaciones se resumen en las tablas A.5 y A.6.

Tabla A.5. Parámetros agregados de la economía.

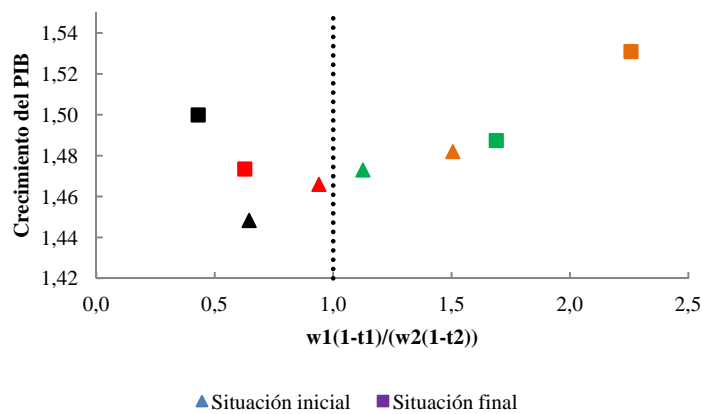
A	α	ρ	b
10	0.5	0.9	0.5

Tabla A.6. Parámetros de las dinastías.

Dinastía	α	β	θ	γ	σ	ψ
1	0.5	0.9	5	10	0.8	0.5
2	0.5	0.9	4.5	10	0.8	0.5

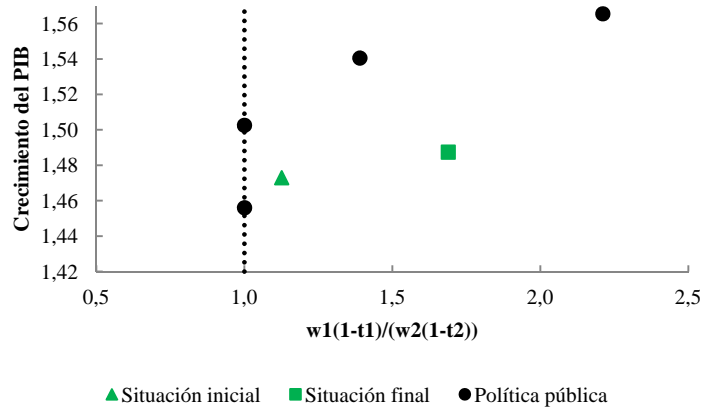
El gráfico A.5 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.1.

Gráfico A.5. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico).



El gráfico A.6 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.2.

Gráfico A.6. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico, y con la política de respuesta).



A.1.2. País de bajos ingresos.

A.1.2.1. Función de producción Cobb-Douglas

Recordando los resultados de la sección (3.5.1.1) para que exista desigualdad es necesario que el parámetro b_i no sea el mismo para las dos dinastías. Los parámetros considerados en este grupo de simulaciones se resumen en las tablas A.7 y A.8.

Tabla A.7. Parámetros agregados de la economía.

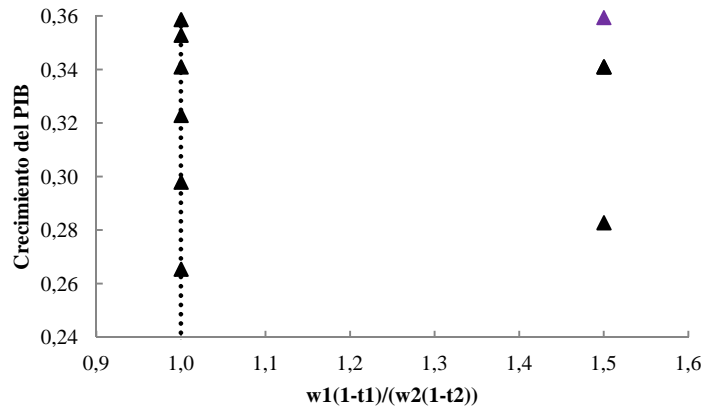
A	α	ρ	b_1	b_2
10	0.5	0.001	0.6	0.4

Tabla A.8. Parámetros de las dinastías.

Dinastía	α	β	θ	γ	σ	ψ
1	0.5	0.9	2	10	0.8	0.5
2	0.5	0.9	1	10	0.8	0.5

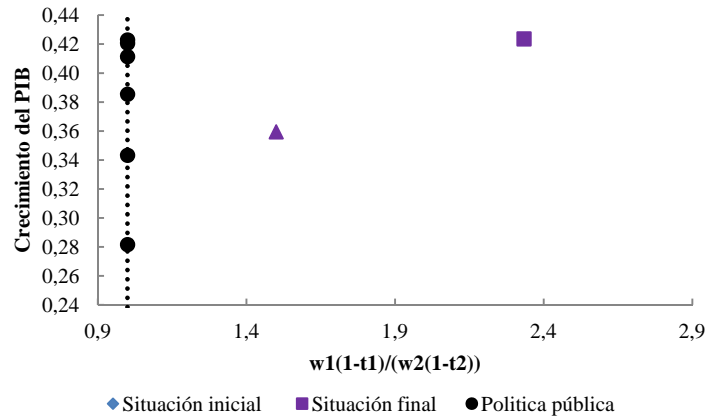
En el gráfico A.7 todas las figuras corresponden a la situación inicial, sin embargo la de color distinto es la que se eligió para el análisis después del choque. La idea de considerar únicamente la situación inicial en esta gráfica es determinar cuál política permite caracterizar de mejor manera la economía de bajos ingresos. Para la política elegida se observa que en la situación inicial es posible tener un nivel de desigualdad de cero, pero la elección de política es tal que esto no se logra.

Gráfico A.7. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes del choque tecnológico).



El gráfico A.8 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.2.

Gráfico A.8. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico, y con la política de respuesta).



A.1.2.2. Función de producción tipo complementarios imperfectos en los tipos de capital humano.

Los parámetros considerados en este grupo de simulaciones se resumen en las tablas A.9 y A.10.

Tabla A.9. Parámetros agregados de la economía.

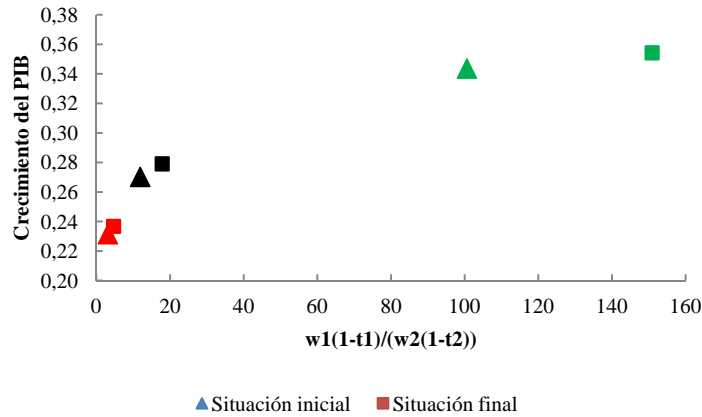
A	α	ρ	b_1	b_2
10	0.5	10	0.6	0.4

Tabla A.10. Parámetros de las dinastías.

Dinastía	a	β	θ	γ	σ	ψ
1	0.5	0.9	2	10	0.8	0.5
2	0.5	0.9	1	10	0.8	0.5

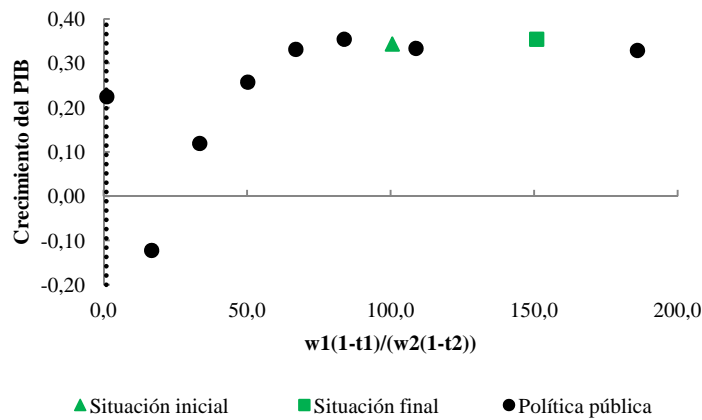
El gráfico A.9 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.1.

Gráfico A.9. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico).



El gráfico A.10 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.2.

Gráfico A.10. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico, y con la política de respuesta).



A.1.2.3. Función de producción tipo sustitutos cercanos en los tipos de capital humano.

Los parámetros considerados en este grupo de simulaciones se resumen en las tablas A.11 y A.12.

Tabla A.11. Parámetros agregados de la economía.

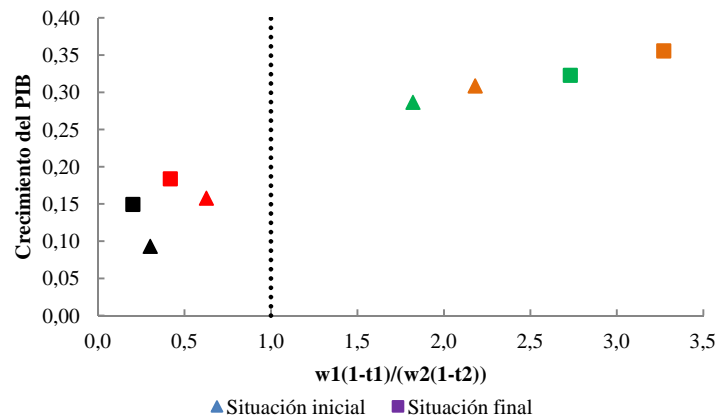
A	α	ρ	b
10	0.5	0.9	0.5

Tabla A.12. Parámetros de las dinastías.

Dinastía	α	β	θ	γ	σ	ψ
1	0.5	0.9	2	10	0.8	0.5
2	0.5	0.9	1	10	0.8	0.5

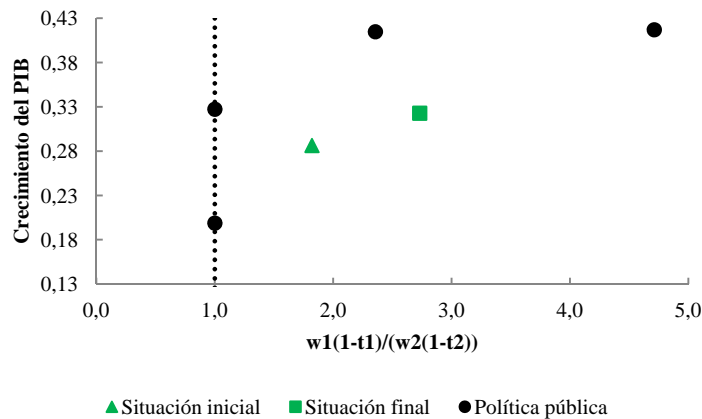
El gráfico A.11 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.1.

Gráfico A.11. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico).



El gráfico A.12 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.2.

Gráfico A.12. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico, y con la política de respuesta).



A.2. Cambio tecnológico sesgado (Choques en ρ).

A.2.1. Función de producción Cobb-Douglas a función de producción de sustitutos cercanos.

En todos los casos el choque que se considera es un aumento en el parámetro ρ , el cual pasa de 0,001 en la situación inicial a 0,9 en la final. Los parámetros considerados en este grupo de simulaciones se resumen en las tablas A.13 y A.14.

Tabla A.13. Parámetros agregados de la economía.

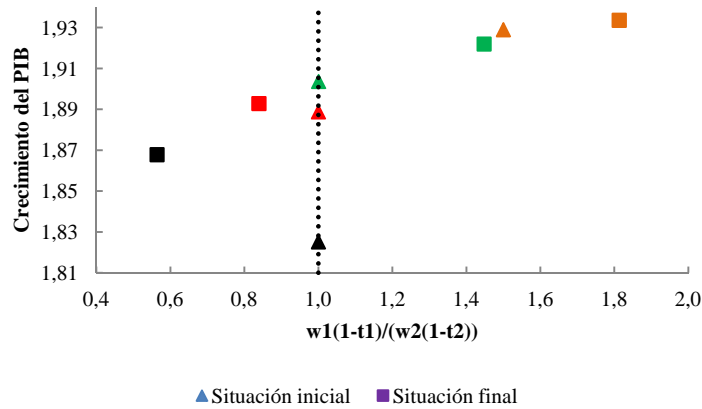
A	α	ρ	b
10	0.5	0.001	0.5

Tabla A.14. Parámetros de las dinastías.

Dinastía	α	β	θ	γ	σ	ψ
1	0.5	0.9	5	10	0.8	0.5
2	0.5	0.9	4.5	10	0.8	0.5

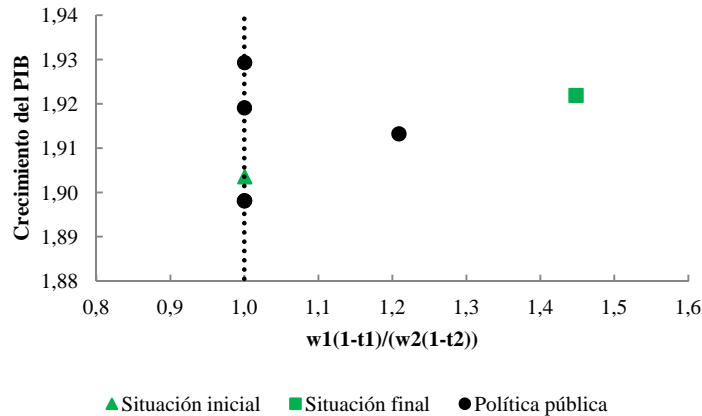
El gráfico A.13 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.1.

Gráfico A.13. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico).



El gráfico A.14 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.2.

Gráfico A.14. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico, y con la política de respuesta).



A.2.2. Función de producción sustitutos cercanos a complementarios cercanos.

En todos los casos el choque que se considera es un aumento en el parámetro ρ , el cual pasa de 0,9 en la situación inicial a 5 en la final. Los parámetros considerados en este grupo de simulaciones se resumen en las tablas A.15 y A.16.

Tabla A.15. Parámetros agregados de la economía.

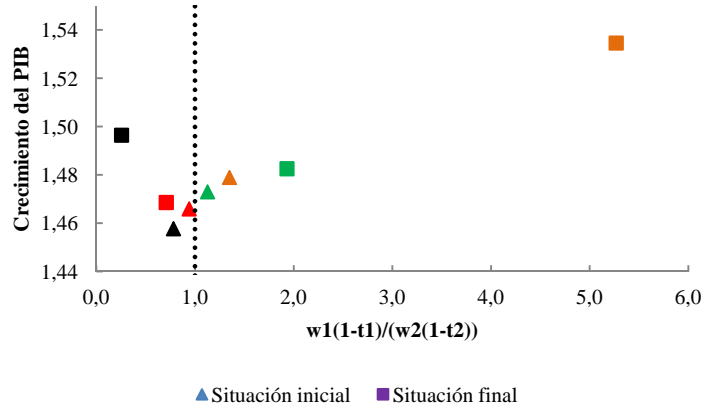
A	α	ρ	b
10	0.5	0.001	0.5

Tabla A.16. Parámetros de las dinastías.

Dinastía	α	β	θ	γ	σ	ψ
1	0.5	0.9	5	10	0.8	0.5
2	0.5	0.9	4.5	10	0.8	0.5

El gráfico A.15 se interpreta de la misma forma que el gráfico A.1.

Gráfico A.15. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico).



Los gráficos A.16 y A.17 se interpretan de la misma forma que el gráfico A.2.

Gráfico A.16. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico, y con la política de respuesta).

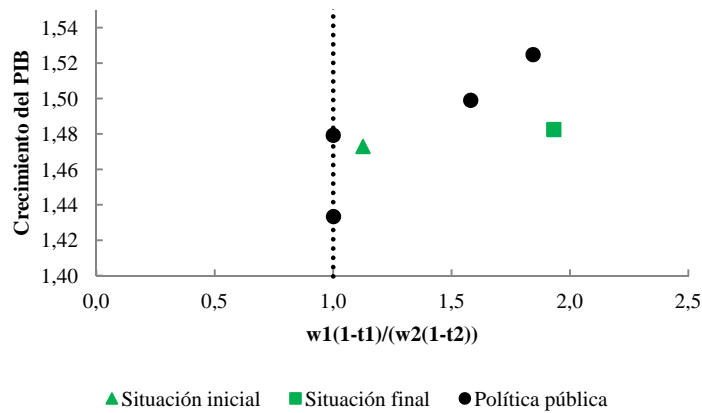


Gráfico A.17. Relación entre la brecha salarial y el crecimiento de largo plazo (antes y después del choque tecnológico, y con la política de respuesta).

