



Reporte de Hacienda

Inclusión de capital humano en la estimación del PIB potencial en Colombia

Teóricamente, existen distintas aproximaciones para definir el PIB potencial. Una de las más comunes sugiere que el PIB potencial es el nivel de valor agregado que está en capacidad de producir una economía cuando hace uso pleno de los factores de producción. Otra, que es la que se utiliza en este documento, indica que es el nivel de PIB que no genera presiones inflacionarias. Desde una perspectiva de política económica conocer ese nivel potencial es relevante, dado que permite analizar la cercanía o lejanía en que se encuentra el PIB de su nivel de largo plazo.

¿Nivel de largo plazo? Sí. A manera de ilustración, el PIB potencial puede ser comparado con un automóvil. Las economías más avanzadas pueden asociarse a un carro más estable y resistente, mientras que las emergentes y en vía de desarrollo representarían automotores menos presuntuosos. Dependiendo del conductor, del tráfico, del clima y del estado de las vías, entre otros, los automóviles ruedan más lento o más rápido de lo que sus capacidades le permiten. Andar más lento de lo mecánicamente posible tiene el problema de que se están desaprovechando las características del carro. Andar más rápido, por su parte, hace que el motor se recaliente y, eventualmente, se deteriore.

Del mismo modo ocurre con las economías. Un crecimiento más bajo de lo que su capacidad productiva permite es sinónimo de ineficiencias en la utilización de los factores productivos. Un crecimiento excesivo puede contribuir a la formación de burbujas económicas, que más temprano que tarde redundarán en fuertes crisis económicas. Vale recalcar que la velocidad a la que puede desplazarse un vehículo dista de la velocidad potencial de otro, dependiendo de las características del mismo. Dos mensajes importantes emergen de este análisis: i) el crecimiento ideal para un país como Colombia no es necesariamente el mismo que para una economía como la estadounidense o la china; y ii) en la medida que se promuevan políticas de impulso a la productividad de los factores, los países pueden alcanzar mayores niveles de PIB potencial.

Participaron en la elaboración:

Andrés Mauricio Velasco
Director DGPM
MinHacienda

Juan Sebastián Betancur
Asesor DGPM
MinHacienda

Sebastián Higuera
Pasante DGPM
MinHacienda

Encuentre en este documento:

¿Por qué incluir el capital humano?

Inclusión del capital humano en la función de producción

Resultados de la estimación del PIB Potencial

En la práctica, aterrizar el concepto de potencial genera importantes debates, toda vez que definir cuál es el uso “pleno” de los insumos económicos no es una tarea trivial. Para los iniciados en modelos empíricos de crecimiento económico tampoco es obvio qué factores productivos deben incluirse en la estimación y cuáles ignorar; cómo definir las elasticidades del producto interno bruto ante cambios en los factores; cómo cuantificar la productividad total factorial; o cómo medir el capital.

Por lo anterior, la literatura ha propuesto diversas metodologías que, dando distintas respuestas a las preguntas anteriormente mencionadas (y a algunas más), buscan una aproximación adecuada al concepto de PIB Potencial. Dentro del amplio espectro de metodologías vale destacar tres gamas: i) los modelos de extracción de tendencia como el filtro de Baxter-King o el filtro de Hodrick y Prescott; ii) los modelos de extracción de tendencia con componentes no observados dentro de los cuales se encuentra el método de Beveridge-Nelson y los modelos de factores permanentes comunes; y iii) los modelos estructurales entre los que se resaltan los modelos de vectores auto regresivos (VAR), los modelos de demanda y los de oferta (que utilizan una función de producción).

En la Dirección General de Política Macroeconómica del Ministerio de Hacienda se han realizado diversas estimaciones del crecimiento económico potencial a partir de un análisis de funciones de producción. El objetivo de este documento es mostrar los principales resultados que se desprenden de la estimación de un modelo con tres factores de producción: el trabajo, el capital físico y el capital humano. Estos resultados son comparados con los arrojados por un modelo tradicional neo-clásico con sólo dos factores: el trabajo y el capital.

Adicional a esta sección introductoria, este reporte consta de tres secciones. La primera explica las bondades de incluir el capital

humano en la estimación del PIB potencial. La segunda explica la metodología que se utilizó para incluir el capital humano en la estimación del PIB potencial. La tercera presenta los resultados obtenidos y culmina con las conclusiones.

¿Por qué incluir el capital humano?

Existen al menos tres motivaciones para incluir el capital humano en los ejercicios de estimación del PIB potencial.

La primera es conceptual: el capital humano hace referencia a las habilidades y capacidades que usan los trabajadores para desempeñar sus labores (Schultz, 1961; Becker, 1964). En consecuencia, esta es una variable que otorga información valiosa sobre la productividad del factor trabajo, que es uno de los determinantes del crecimiento económico de largo plazo (Lucas 1988).

Segundo, la evidencia muestra que los modelos de crecimiento neoclásicos que incorporan el capital humano logran explicar el 80% de la variabilidad del PIB por trabajador entre países, cifra que se reduce a apenas 60% en el caso de modelos tradicionales que cuentan únicamente con los factores de capital físico y trabajo (Mankiw, Romer y Weil, 1992).

Tercero, siguiendo a Solow (1957), en modelos de crecimiento económico fundamentados en funciones de producción tipo Cobb-Douglas, la productividad total de los factores (PTF) es una variable no observable, que puede ser calculada como un residuo. Este residuo, por construcción, puede ser entendido como aquellos factores que inciden sobre el crecimiento de largo plazo, pero que no pueden ser explicados por el modelo (ejemplos de estos factores son: las instituciones, conflictos sociales, estructuras de mercado y las habilidades de los trabajadores, entre otros). En términos de precisión de pronóstico, la reducción de ese “factor inexplicado por los

modelos” es un objetivo deseable. Esto es posible cuando se trata de factores divisibles, como el capital humano; otros, como el marco institucional, son no divisibles y en consecuencia no pueden ser extraídos de la PTF. Para un nivel determinado de PIB, trabajo y capital, la adición del capital humano reduce ese factor de ignorancia.

Inclusión del capital humano en la función de producción

Típicamente la literatura empírica asocia el capital humano con los años de escolaridad (Barro y Lee, 1993; Bils y Klenow, 1996; Pritchett, 1996). Sin embargo, durante la última década, algunos autores han señalado que utilizar únicamente la variable de años de escolaridad tiene la limitación de asumir que un año adicional de educación primaria es equivalente a un año de educación en postgrado (Caselli, 2005).

En ese sentido, Daude y Fernández-Arias (2010) sugieren estimar un índice de capital humano que incorpora los retornos a la educación, a través de una función exponencial que depende de los años de escolaridad y de los retornos (medidos como ingresos) de cada segmento educativo. En particular, los autores establecen tres categorías: preescolar y primaria, secundaria básica, y secundaria avanzada y terciaria.

Para efectos de este trabajo se efectuaron dos modificaciones a la metodología de Daude y Fernández-Arias (2010): i) se utilizaron retornos educativos dinámicos (varían año a año) en vez de estáticos; y ii) los umbrales que diferencian las categorías se fijaron según la realidad colombiana (entre 0 y 5 años corresponde a primaria; entre 6 y 11 años a secundaria; y de 12 en adelante a terciaria).

A continuación se presenta la función que define el índice de capital humano en este ejercicio:

$$(1) h = e^{\emptyset(s)}$$

Donde:

$$(2) \emptyset(s) = \begin{cases} R_{p,t}s & \text{si } 0 \leq s \leq 5 \\ R_{p,t} * 5 + R_{s,t}(s - 5) & \text{si } 5 < s \leq 11 \\ R_{p,t} * 5 + R_{s,t} * 6 + R_{t,t}(s - 11) & \text{si } s > 11 \end{cases}$$

Es importante notar que la función $h(\emptyset(s))$ refleja la eficiencia relativa de una unidad de trabajo con “s” años de escolaridad respecto a una unidad de trabajo sin ninguna educación (cuando $s=0$, $h=1$). $R_{p,t}$ corresponde al retorno de un año adicional de educación en primaria durante el periodo t, $R_{s,t}$ representa el retorno marginal de un año en secundaria y $R_{t,t}$ su homólogo en educación terciaria.

Adicionalmente, partiendo de la especificación implementada por Hall y Jones (1999), el stock de capital humano (H) se define como la interacción entre la cantidad de trabajadores y el índice h , de forma que H pondera el stock de ocupados por la eficiencia relativa de cada unidad de trabajo. De esta forma:

$$(3) H_t = hL_t$$

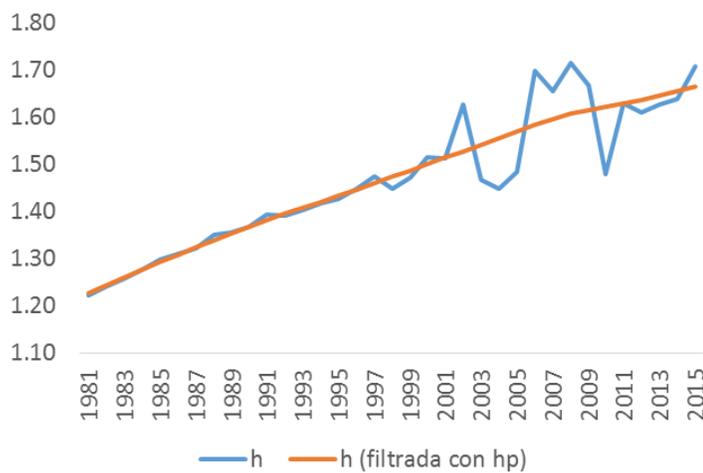
Respecto a los datos, los años medios de escolaridad fueron suministrados por el DANE y los retornos de la educación se tomaron de Montenegro y Patrinos (2013). El periodo de análisis es 1981-2015. Sin embargo, dado que Montenegro y Patrinos únicamente presentan estimaciones para los años 2001-2013, para el subperiodo 1980-2000 se realizó una estimación de los retornos para cada segmento educativo a partir de un proceso de retro-polación. Para 2014 y 2015 se utilizaron modelos ARIMA para proyectar los años promedios de escolaridad y los retornos de la educación.

A continuación se presenta el stock de capital humano de Colombia estimado según se

explicó previamente (Gráfico 1). Se observa que el índice ha mantenido una ininterrumpida tendencia creciente, excepto de 1997 en adelante donde se observan algunos picos y valles. Estos sobresaltos se explican, en parte, por el tratamiento que se le aplicó a los datos, pero también por la alta volatilidad que registran los retornos de la educación primaria.

Cuando se analizan los años de escolaridad promedio de la economía se observan leves disminuciones en algunos años de la última década, lo cual genera serias sospechas de que esta serie presente errores de medición para algunos periodos. Por esta razón se determinó utilizar una serie filtrada del índice de capital humano para los fines de este ejercicio.

Gráfico 1. Índice de capital humano



Fuente: cálculos DGPM – MHCP.

Para la especificación de la función de producción se tomó como referencia el trabajo de Daude y Fernández-Arias (2010). Otras especificaciones ampliamente utilizadas son la de Mankiw, Romer y Weil (1992)¹ (MRM) y Hall y Jones (1999)² (HJ).

La primera no fue adoptada en este trabajo porque asume que el capital humano, medido a través de los años de escolaridad, es un stock y no un flujo, lo cual es problemático pues a diferencia del stock de capital físico o del número de trabajadores, los años de escolaridad están limitados por una asíntota alrededor de 14 años: los individuos no se educan indefinidamente.

Este detalle conceptual introduce paradojas empíricas. Bajo la especificación de MRW aumentos de H afectan negativamente el crecimiento económico. En su trabajo HJ corrigen la paradoja argumentando que los años de escolaridad deben ser entendidos como una tasa de inversión en capital humano (un flujo) y no como un stock³. En ese sentido, definen que el stock de capital humano se deriva de la interacción entre esa tasa de inversión y la cantidad de ocupados de la economía. De esta forma, el stock de capital humano no es otra cosa que la fuerza de trabajo ponderada por sus habilidades, aproximadas a partir del nivel de educación promedio de la población.

En este ejercicio se adoptó la corrección hecha por HJ, pero se añadió una modificación adicional. Se estableció que el factor de cambio tecnológico, A, corresponde a la productividad total de los factores, y no únicamente a la productividad de las unidades de trabajo eficiente como en HJ.

Así las cosas, la función de producción utilizada es:

$$(4) Y_t = A_t K_t^\alpha (h_t L_t)^{1-\alpha}$$

¹La especificación es: $Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta (A_t L_t)^{1-\alpha-\beta}$

²La especificación es: $Y_t = K_t^\alpha (A_t h_t L_t)^{1-\alpha}$

³Los años de escolaridad denotan la porción del tiempo que los individuos dedican en promedio a adquirir

habilidades. En consecuencia, deben ser entendidas como una tasa de inversión (del total de tiempo disponible –por ejemplo, la esperanza de vida de la población– que proporción se dedica al estudio).

Adicionalmente, dado que el objetivo es establecer un cálculo del PIB potencial, se realizaron algunas modificaciones adicionales.

La función estimada es:

$$(5) Y_t^p = A_t^p (h_t^p PEA_t (1 - NAIRU_t))^{1-\alpha} (K_t NAICU_t)^\alpha$$

Donde:

$$K_t^p = (K_t NAICU_t)$$

$$K_t = I_{kt} + (1 - \delta)K_{t-1}$$

$$h_t^t = (e^{\phi(s)})^t$$

$$H_t^p = h_t^t PEA_t (1 - NAIRU_t)$$

El superíndice p se usa para aclarar que se trata de variables en su nivel potencial de largo plazo. La NAICU es el indicador de utilización de la capacidad instalada del capital que es consistente con niveles no generadores de inflación. La NAIRU es la tasa de desempleo de largo plazo que no genera presiones sobre los precios de la economía. I_{kt} es la tasa de inversión en capital físico y δ es su tasa de depreciación. La PEA_t es la población económicamente activa. Finalmente, α corresponde a la elasticidad del producto al stock de capital humano de largo plazo, que se estimó en 0,4. Con excepción de la PEA_t y la tasa de inversión, que son suministradas por el DANE, todas las series y parámetros anteriormente mencionados son obtenidos del Banco de la República.

Es importante resaltar que la metodología acá presentada implícitamente supone que el

concepto de PIB potencial está asociado al nivel de producto no generador de inflación. Otras metodologías podrían basarse en una aproximación diferente.

La estimación de la ecuación ocurre en dos etapas. En la primera, se utilizan variables observadas (reales) para estimar la PTF como un residuo. La ecuación utilizada es:

$$(6) A_t = Y_t / ((UCI_t K_t)^\alpha (h_t^t PEA_t (1 - TD_t))^{1-\alpha})$$

TD es la tasa de desempleo que provee el DANE y UCI es el índice de capacidad instalada que calcula Fedesarrollo.

Posteriormente se aplica un filtro de Hodrick y Prescott a la serie de la PTF con el objetivo de obtener el componente tendencial de la serie, el cual es asumido como su nivel potencial.

En la segunda etapa se estima la ecuación (5).

Resultados de la estimación

Al estimar el modelo, el principal hallazgo de este trabajo es que el motor de crecimiento de la PTF durante los últimos 35 años ha sido el aumento en la eficiencia de los trabajadores (medida a partir del índice h). Prueba de ello es que cuando se estima el modelo tradicional con dos factores de producción⁴, la PTF exhibe un crecimiento anual compuesto de 0,5% durante el periodo 1981-2015, mientras que cuando se considera la especificación con h el incremento de la productividad ha sido prácticamente nulo (su variación promedio fue de -0,002% por año) (Gráfico 2). Otra forma de verlo es: cuando h está incluido en el factor no explicado, A (modelo con dos factores), se observa un

⁴ Es decir, se estima la siguiente ecuación: (7) $A_t =$

$$Y_t / ((UCI_t K_t)^\alpha (PEA_t (1 - TD_t))^{1-\alpha})$$

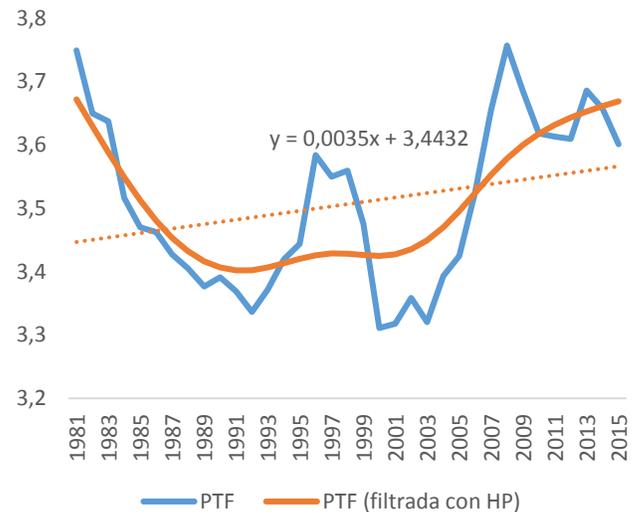
crecimiento de la PTF; cuando se descuenta el efecto de h sobre A (modelo con tres factores), su crecimiento desaparece. El resultado derivado del modelo con capital humano se encuentra en línea con el imaginario colectivo, según el cual la productividad agregada en Colombia no ha crecido sustancialmente en las últimas décadas.

En segundo lugar, vale destacar que tanto en el modelo con capital humano como en el que no se incluye esta variable, el crecimiento de la PTF está altamente correlacionado con la coyuntura económica, aspecto que es consistente con la teoría de ciclos reales, según la cual los choques macroeconómicos son capturados por el factor de cambio tecnológico⁵.

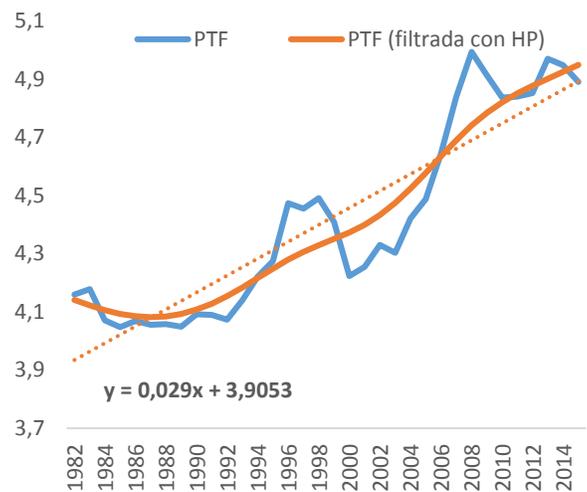
Adicionalmente, el Gráfico 3 muestra que la tasa de expansión de la PTF correspondiente al modelo con capital humano se ha situado sistemáticamente por debajo de aquella estimada en el modelo con solo dos factores productivos, y la PTF estimada en el modelo sin capital humano se desacelera significativamente a partir de 2006, año en donde el índice h_t modera su ritmo de expansión. Lo anterior aporta mayor evidencia de que el motor de la PTF ha sido el aumento en el nivel de capital humano.

Gráfico 2: Evolución de la PTF

A. Modelo con capital humano



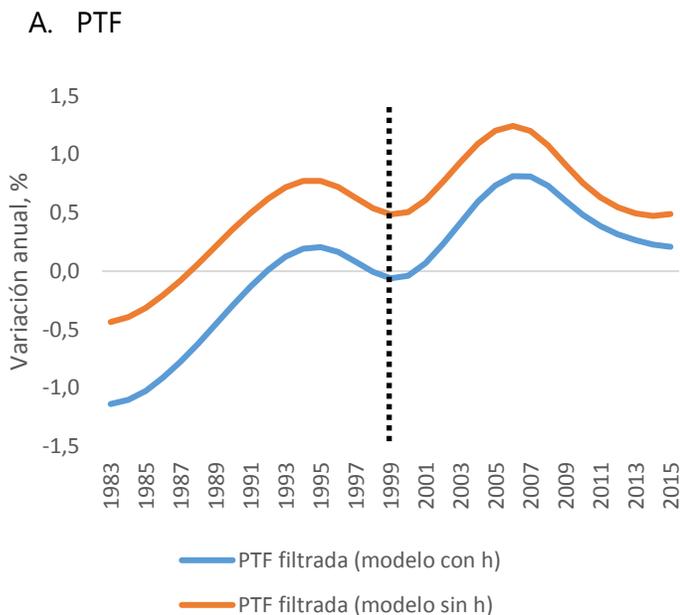
B. Modelo sin capital humano



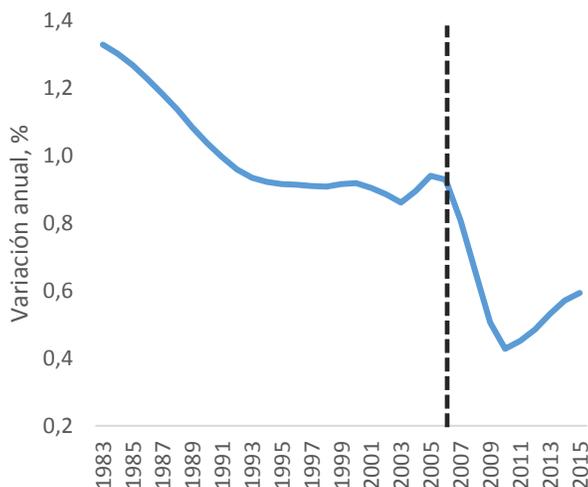
Fuente: MHCP – DGPM.

⁵ Ver por ejemplo Comin (2006), Field (2008) y Basu & Fernald (2001).

Gráfico 3: Crecimiento de la PTF y del índice de capital humano



B. Índice de capital humano



Fuente: MHCP – DGPM.

Finalmente, la estimación del PIB potencial provee evidencia de quiebres estructurales durante los últimos treinta y cinco años (Gráfico 4).

Entre 1982 y 1990 se observa una aceleración del PIB potencial, el cual pasó de incrementarse 2,3% a principios del periodo (cuando se produjo la crisis de deuda en Latinoamérica) a crecer 3,7% a finales de los 90. Este

comportamiento alcista estuvo explicado fundamentalmente por un crecimiento anual del stock de capital del orden de 4,4% en promedio y, en menor grado, de la fuerza de trabajo que aumentó a un ritmo promedio de 3,2% (el PIB potencial se expandió en promedio a una tasa de 3,5%).

El periodo 1991-2001 se caracterizó por una alta volatilidad en la tasa de crecimiento del PIB potencial, como consecuencia de la difícil coyuntura internacional que enfrentó la economía en la segunda mitad de la década de los 90. Durante este periodo se estima que la NAIRU habría aumentado 2,4 puntos porcentuales (pp), la NAICU se habría reducido 3,0 pp y la PTF habría registrado una disminución anual de 0,1 pp en promedio. Lo anterior es apenas razonable si se tiene en cuenta la fuerte crisis que golpeó a la economía desde 1996, pero que alcanzó su punto más alto en 1999 (el PIB real se contrajo 4,1%). En consecuencia, según los resultados del modelo, la brecha del PIB se habría situado en terreno negativo durante los últimos años del periodo.

Los años comprendidos entre 2002 y 2009 dan cuenta de un fuerte repunte en la capacidad de expansión económica, que coincide con el super-ciclo de los precios de las materias primas. En este periodo el PIB potencial inició con tasas de crecimiento del orden del 2,0%, pero se aceleró rápidamente hasta alcanzar ritmos de expansión de 7,1% en 2009. Lo anterior ocurrió en un contexto en el cual la PTF creció en promedio 0,7% por año, el máximo ritmo entre los periodos acá señalados, y el stock de capital aumentó a tasas en torno al 3,7%.

En el último lustro, por su parte, el PIB potencial ha mantenido un dinamismo notable (en promedio ha incrementado 4,6% anual), aunque refleja un claro punto de inflexión respecto a la aceleración observada en el periodo previo. En este lapso de tiempo el crecimiento ha estado jalonado por un ingente

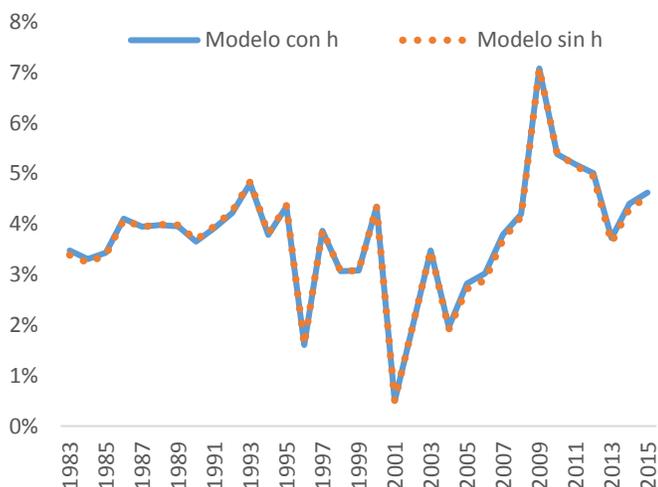
crecimiento del stock de capital (5,6% por año), un aumento aceptable en la PTF (0,5% por año) y una expansión de los ocupados de alrededor de 3,1%.

Por último, la comparación con el modelo de dos factores de producción deleva resultados muy similares en términos del PIB potencial estimado. De 2004 en adelante se observan leves diferencias: el modelo con tres factores de producción calcula un crecimiento del PIB potencial ligeramente superior al modelo tradicional con dos factores en algunos años, en respuesta a un mayor incremento de la PTF, que compensa la moderación en el ritmo de aumento del índice de capital humano.

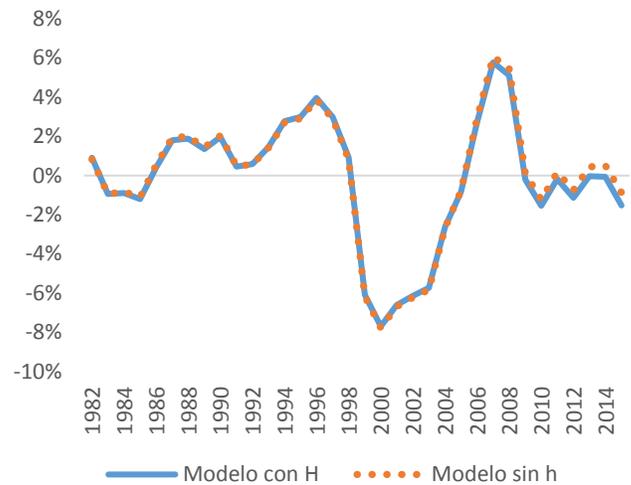
A partir de estos resultados, la brecha del PIB durante la mayor parte del periodo es prácticamente igual en ambas estimaciones. Durante los últimos 10 años, sin embargo, el modelo de capital humano estima una brecha menor que la correspondiente al modelo tradicional (Gráfico 4).

Gráfico 4. Crecimiento del PIB potencial y brecha del producto

A. Crecimiento del PIB potencial



B. Brecha del producto



Fuente: MHCP – DGPM.

Conclusiones

El debate sobre si es pertinente incluir el capital humano en las estimaciones de PIB potencial es relevante. La literatura sugiere que éste es un factor que provee información relevante sobre la productividad de los trabajadores y, en esa medida, sobre el nivel del PIB de largo plazo.

Los ejercicios empíricos realizados en este trabajo arrojan resultados interesantes. Tal vez el más importante es que, a juzgar por las estimaciones realizadas, el motor del crecimiento de la PTF durante los últimos treinta y cinco años ha sido el progreso en la educación. Una vez se descuenta el efecto de la educación los ejercicios dan cuenta de un incremento prácticamente nulo en la productividad factorial durante el periodo de análisis.

En términos del PIB potencial, no existen diferencias importantes entre las estimaciones de un modelo u otro con excepción de la última década donde el crecimiento calculado a partir del modelo con capital humano es ligeramente superior. Estas diferencias, sin embargo,

generan discrepancias no despreciables en la brecha del producto durante dicho periodo. En términos de planeación macroeconómica este resultado es muy relevante. Por ejemplo, la brecha del PIB es uno de los parámetros utilizados por el Comité Consultivo para la Regla Fiscal en Colombia luego, diferencias en esa variable repercuten en mayores o menores techos de déficit del Gobierno Nacional Central. Adicionalmente, conocer la ubicación del PIB respecto a su nivel potencial sirve de termómetro para que las autoridades económicas tomen decisiones oportunas orientadas a facilitar que la economía tienda a su nivel de largo plazo. Por este motivo, es importante seguir profundizando en la refinación de las estimaciones del PIB de largo plazo.

Referencias bibliográficas

- Barro, R. & Lee, J. (1993). "International Comparisons of Educational Attainment". NBER Working Papers, 4349. (1993). 1-47.
- Basu, S. & Fernald, J. (2001). "Why is the Productivity Procyclical? Why do we care?". New Developments in Productivity Analysis. 225 – 302.
- Becker, G. (1964). "Human Capital", 1st ed. (New York: Columbia University Press for the National Bureau of Economic Research).
- Bils, M. & Klenow, P. (1996). "Does Schooling Cause Growth?". The American Economic Review. 90.5. (1996). 1160 – 1183.
- Caselli, F. (2005). "Accounting for Cross – Country Income Differences". Centre of economic performance. 667. (2005).
- Comin, D. (2006). "Total Factor Productivity". The New Palgrave Dictionary of Economics.
- Daude, C. & Fernández – Arias, E. (2010). "On The Role of Productivity and Factor Accumulation in Economic Development in Latin America and the Caribbean". Inter-American Development Bank. 155. (2010).
- Field, A. (2008). "Procyclical TFP and the Cyclicity of Growth in Output per Hour, 1890 – 2004". Santa Clara University.
- Hall, R. & Jones, C. (1998). "Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others?". National Bureau of Economic Research. (1998).
- Lucas, R. (1988). "On the Mechanics of Economic Development". Journal of Monetary Economics, 22. 3 – 42.
- Mankiw, G. Romer, D. & Weil, D. (1992). "A Contribution to the Empirics of Economic Growth". Quarterly Journal of Economics. 407 – 437.
- Montenegro, C. & Patrinos, H. (2014). "Comparable Estimates of Returns to Schooling Around the World". Policy Research Working Paper, 7020. (2014).
- Naciones Unidas (2015). "Human Developing Report: Colombia". United Nations Human Developing Reports. (2015).
- Pritchett, L. (1996). "Where has all the education gone?". Policy Research Working Paper, 1581.
- Schultz, T. (1961). "Investment in Human Capital". The American Economic Review, 51. 1 – 17.
- Solow, R. (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function". The Review of Economics and Statistics, 39. 312 – 320.