



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



Universidad
Nacional
de Córdoba

REPOSITORIO DIGITAL UNIVERSITARIO (RDU-UNC)

Impacto del capital humano sobre el producto bruto argentino: ¿Mito o realidad? evaluación con modelos de crecimiento endógenos

Ernesto Rezk

Ponencia presentada en XLVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política realizado en 2013 en Rosario, Santa Fe. Argentina



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



ASOCIACION ARGENTINA
DE ECONOMIA POLITICA

ANALES | ASOCIACION ARGENTINA DE ECONOMIA POLITICA

XLVIII Reunión Anual

Noviembre de 2013

ISSN 1852-0022

ISBN 978-987-28590-1-5

IMPACTO DEL CAPITAL HUMANO SOBRE EL
PRODUCTO BRUTO ARGENTINO, ¿MITO O
REALIDAD?: EVALUACIÓN CON MODELOS DE
CRECIMIENTO ENDÓGENO

Rezk Ernesto

IMPACTO DEL CAPITAL HUMANO SOBRE EL PRODUCTO BRUTO ARGENTINO:
¿MITO O REALIDAD? EVALUACION CON MODELOS DE CRECIMIENTO
ENDOGENOS

ERNESTO REZK
(ernerezk@eco.unc.edu.ar)
Instituto de Economía y Finanzas
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

48º REUNION ANUAL DE LA
ASOCIACION ARGENTINA DE ECONOMIA POLITICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO Y CONSEJO PROFESIONAL DE
CIENCIAS ECONOMICAS DE LA PROVINCIA DE SANTA FE
ROSARIO, 13 – 15 DE NOVIEMBRE DE 2013

El autor agradece los importantes comentarios recibidos y el valioso apoyo prestado por NICOLAS PEREZ AGUILA en la obtención y preparación de los datos estadísticos y su cooperación en la estimación econométrica realizada. Son sin embargo de exclusiva responsabilidad del autor los errores de cualquier tipo que el artículo pudiera aún contener.

1. INTRODUCCION

El tradicional Modelo de Crecimiento Económico debido a Solow-Swan¹, basado en una función de producción neo-clásica en la que el producto final resulta de la combinación del capital físico, del trabajo y del nivel de tecnología, observa las siguientes propiedades; rendimientos constantes a escala, productividades marginales positivas pero decrecientes del capital y del trabajo que se aproximan a 0 cuando el respectivo factor tiende a infinito y a infinito cuando tiende a 0². En razón de las mencionadas propiedades, la tasa de crecimiento del producto per cápita (representado por una función Cobb-Douglas $y_t = A k^\alpha$ con progreso tecnológico constante) va a ser proporcional a la tasa de crecimiento del capital per cápita ($\gamma_y = \alpha \gamma_k$), siendo ésta última igual a:

$$1) \quad \gamma_k = s A k^{-(1-\alpha)} - (\delta + n)$$

Al ser s , δ y n las tasas de ahorro, de depreciación y de crecimiento de la población, la expresión precedente indica que la tasa de crecimiento del capital per cápita es igual a la diferencia entre el producto entre la tasa de ahorro y el producto medio del capital menos la depreciación del capital y la tasa de crecimiento de la población; pero la expresión 1) también indica que el ahorro como función de k es decreciente para todo k y tiende a infinito para $k \rightarrow 0$ y a 0 para $k \rightarrow \infty$.

Dado que el estado estacionario se define como la situación en la que las variables alcanzan un valor constante³ y que, por otro lado y de acuerdo a lo mencionado en el párrafo precedente, las curvas de ahorro y de depreciación más crecimiento de la población deben cruzarse en un punto, una de las principales características del Modelo de Crecimiento Neoclásico es que el estado estacionario existe, es estable y único y queda definido por la intersección de ambas curvas. La conclusión más importante del Modelo, en base al supuesto de rendimientos decrecientes del capital, es que como la tasa de crecimiento del capital es la diferencia entre el ahorro y las tasas de depreciación y de crecimiento poblacional (Ecuación 1) esta disminuye a medida que la economía converge al estado estacionario y se hace cero en el mismo, por lo que las fuentes de crecimiento –en este enfoque- son exógenas y dependen fundamentalmente de cambios en el Progreso Tecnológico (A)⁴.

Las limitaciones de los modelos de crecimiento económico exógeno actuaron como aliciente para que relevantes economistas, académicos e investigadores, entre los que se contaron principalmente a Arrow (1962), Uzawa (1965), Romer (1986, 1987, 1990), Lucas (1988), Rebelo (1991), Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitt (1992, 1998) entre otros, comenzaran a explorar explicaciones alternativas del proceso de crecimiento. Esta actividad conformó la Teoría del Crecimiento Económico Endógeno cuyo aspecto central residió en que los determinantes del crecimiento económico podían encontrarse en el propio modelo y no solo en elementos exógenos como el progreso tecnológico.

Las modificaciones aportadas por el nuevo enfoque fueron varias y muy importantes, entre ellas el abandono de la función de producción neoclásica fundada

¹ Ver R. M. Solow (1956) y T. M. Swan (1956).

² Esta última propiedad se conoce con el nombre de Condiciones de Inada.

³ En el caso del capital esto significa que las unidades producidas compensan al stock por el incremento de la población o por las que se reemplazan por depreciación.

⁴ La misma conclusión se aplica para la tasa de crecimiento del consumo $\gamma_c = \gamma_k$ y la del Ingreso, que es proporcional a la del capital ($\gamma_y = \alpha \gamma_k$).

en la productividad marginal decreciente del capital; otro cambio substancial se refirió a la dinámica de la transición, típica del Modelo Solow-Swan, ya que algunos enfoques endógenos (por ejemplo los modelos AK) consideran que las variables se encuentran siempre en el estado estacionario mientras que otros modelos aceptan o no la posibilidad de un período de transición (caso de Lucas). Pero quizás la diferencia más importante se refiere a la tasa de crecimiento de estado estacionario: mientras que en los modelos de crecimiento exógeno la misma es decreciente (por ser la diferencia entre una curva de ahorro decreciente y una curva de depreciación horizontal) y se hace igual a cero cuando las variables alcanzan su estado estacionario, en los modelos de crecimiento endógeno el estado estacionario se caracteriza por que las variables crecen todas a la misma tasa y por tanto la tasa de crecimiento económico es una constante. Este rasgo se muestra claramente en la sección siguiente, en la que se desarrolla una variante de Modelo AK a partir de una función de producción como 2):

$$2) \quad Y_t = A K_t$$

en la que la producción depende de un nivel tecnológico (A) y de un factor de producción agregado (K) y en las que las preferencias de los individuos están representadas por la función de utilidad 3), en la que ρ es la tasa de descuento, n la tasa de crecimiento de la población y θ la inversa de la elasticidad de sustitución temporal:

$$3) \quad U(0) = \int e^{-(\rho-n)t} [(C_t^{1-\theta} - 1)/(1-\theta)]$$

Planteada posteriormente la respectiva ecuación dinámica del capital agregado, realizado el proceso de maximización de $U(0)$ y derivadas las condiciones de primer orden se obtiene 4), mostrando que la tasa de crecimiento de todas las variables en el estado estacionario es claramente una constante:

$$4) \quad \gamma^* = 1/\theta (A - \rho - \delta)$$

La inclusión del capital humano en funciones de producción de modelos de crecimiento endógeno había sido considerada ya por Uzawa (1965) y Lucas (1988) en su modelo de dos sectores: en un sector, la producción resultaba de la combinación de capital físico y humano y, en el otro, la acumulación de capital humano exclusivamente derivaba del uso de capital humano. Lucas agregó además la idea de externalidad al sugerir que el capital humano no solo mejoraba la capacidad de ingreso de los individuos sino que podría también generar efectos externos que aumentarían el nivel de productividad de la economía. Al mismo tiempo, también Romer (1990) resaltaba la importancia del capital humano ofreciendo su bien conocido modelo I + D en el cual la tecnología relevante de investigación solo dependía del capital humano.

Para evaluar la hipótesis del capital humano como 'máquina de crecimiento' Frenkel y Razin (1996) desarrollaron su análisis basado en modelos tradicionales de crecimiento económico endógeno que incluían tanto capital físico como humano y mostraron que la tasa de crecimiento de largo plazo estaba siempre relacionada positivamente con la tasa de ahorro de capital humano, pero positiva, negativa o no relacionada de ninguna forma con la tasa de ahorro del capital físico, dependiendo de valor de la recíproca de la elasticidad de sustitución en el consumo; esta verificación llevó a Frenkel y Razin a defender las políticas públicas orientadas a aumentar la tasa de acumulación del capital humano sobre la base de que ello impactaba directamente sobre la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía.

En el marco de las contribuciones reseñadas, la presente investigación tuvo como principal objetivo evaluar el impacto de la Inversión en Educación sobre el Producto Interno Bruto, dado su carácter de principal ítem en el proceso de formación de Capital Humano en la Argentina; este proceso se llevó a cabo utilizando el marco conceptual brindados por los modelos de crecimiento económico endógeno, en particular los enfoques Uzawa-Lucas y AK.

Muchas de los estudios empíricos que intentaron evaluar la contribución del capital humano se realizaron utilizando variables 'proxy' del mismo, como por ejemplo la población registrada en la escuela secundaria (Mankiw, 1992); la presente investigación se planteó en cambio como objetivo desarrollar una metodología para estimar el stock de capital humano (a partir del gasto educativo), que fuera superadora de las mediciones existentes al menos en dos puntos principales; primero, por incluir en la estimación componentes ausentes tales como el costo de oportunidad en que incurren tanto los estudiantes como sus padres y, segundo, por considerar el gasto educativo –y el destinado al desarrollo científico tecnológico- de todos los niveles de gobierno

En línea con los objetivos planteados, el presente artículo está organizado de la siguiente forma: la sección 2 resume el tratamiento teórico dado a la inclusión del capital humano en modelos de crecimiento económico endógeno; la sección 3 presenta una alternativa metodológica, aplicable al escenario económico argentino, para estimar el stock de capital humano en base al gasto en educación; la sección 4 aborda la evaluación econométrica del comportamiento del stock de capital humano en la Argentina, en los distintos enfoques de crecimiento económico endógeno y la sección 5 resume las principales conclusiones.

2. INCLUSION DEL CAPITAL HUMANO EN MODELOS DE CRECIMIENTO ECONOMICO ENDOGENO⁵

Existen numerosas contribuciones teóricas que buscaron resaltar el rol del capital humano en los modelos de crecimiento económico, así como aportes empíricos orientados a evaluar el impacto del primero sobre el sendero de crecimiento de largo plazo del producto; los esfuerzos en este sentido se remontan prácticamente a la aparición del Modelo Neoclásico de Solow-Swan⁶ y continuaron en la décadas posteriores, como lo muestra el denominado Modelo Solow-Swan Aumentado en el que Mankiw, Romer y Weil (1992) incluyeron la acumulación de capital humano, considerada por éstos últimos la variable omitida⁷. Con el desarrollo de los modelos de crecimiento económico endógeno el interés por el impacto del capital humano sobre el sendero de crecimiento se incrementó y un tratamiento simple e ilustrativo de dos de dichos modelos, el de dos sectores debido a Uzawa (1965) y Lucas (1988) y los de metodología AK, se presentan a continuación.

2.a El Modelo Uzawa-Lucas⁸

⁵ Esta sección se basa en las contribuciones de Uzawa (1965), Lucas (1988), Rebelo (1991), Sala -i- Martín (1994), cap. 8, Heijdra and van der Ploeg (2002), cap. 14.

⁶ Baste al respecto mencionar el influyente artículo de Schultz (1961), en el que se destacó el impacto de la mejora en la calidad laboral sobre el patrón de crecimiento económico..

⁷ Para una aplicación a Argentina del Modelo Solow Swan Aumentado, ver Rezk, Mignon y De la Vega (2012).

⁸ Esta sub sección sigue en general el desarrollo de Rezk et al (2012).

Uzawa (1965) planteó que solamente se podía aumentar el conocimiento tecnológico si se dedicaban recursos a ese fin, siguiendo para ello una asignación de recursos dirigida al crecimiento óptimo en el marco de un modelo de crecimiento de dos sectores cuyos principales rasgos eran relativamente simples. Uzawa recurrió a la función de producción 5) para representar un sector productivo que combinaba el capital físico (K) y el trabajo (L_p) y que generaba un producto homogéneo que podía ser instantáneamente consumido o utilizado en incrementar el stock de capital físico. $A(t)$ representaba a su vez el estado del conocimiento tecnológico en el tiempo t ⁹.

$$5) \quad Y(t) = f(K(t), A(t), L_p(t))$$

Uzawa incluía un segundo sector al que definió como el 'sector educacional', que solamente empleaba trabajo y cuyo impacto se difundía a través de la economía mediante el incremento de la eficiencia laboral $\dot{A}_L(t)$. Para Uzawa, la tasa de cambio de la eficiencia laboral dependía de rendimientos marginales no crecientes¹⁰ y del cociente entre la fuerza laboral empleada por el sector educacional y el total de la fuerza laboral:

$$6) \quad \dot{A}_L(t)/A_L(t) = \Phi[L_E(t)/L(t)]$$

La expresión 6) reflejaba la idea de Uzawa de que a mayor cambio en la eficiencia laboral mayor sería la cantidad de trabajo que se orientaría al sector educacional (L_E) y, ello, en el contexto de una fuerza laboral de oferta inelástica que crecía a una tasa n , implicaba que se debía cumplir la restricción planteada en 7):

$$7) \quad L_E(t) + L_P(t) = L(t)$$

Uzawa completó la formulación de su modelo definiendo en forma usual a la tasa de acumulación de capital físico como la diferencia entre las tasas positivas anuales de inversión agregada y la depreciación del stock de capital¹¹:

$$8) \quad \dot{K}(t)/K(t) = I(t) - \delta_K K(t)$$

e introdujo una función de utilidad lineal en la que el sendero temporal óptimo estaba caracterizado en términos de la suma del valor actual del consumo per cápita:

$$9) \quad U(0) = \int C(t)/L(t) e^{-\rho t} dt$$

Lucas extendió al menos en tres aspectos la importante contribución de Uzawa sobre la inclusión del capital humano en los modelos de crecimiento endógeno: a) mientras que Uzawa en forma general consideraba una $A_L(t)$ que incluía actividades educativas, salud y provisión y construcción de bienes públicos, Lucas fue más específico al interpretarla como capital humano; b) Lucas se apoyó en la evidencia

⁹ Según Uzawa, los cambios en el conocimiento tecnológico estaban exclusivamente encarnados en el trabajo, por lo que los incrementos en la eficiencia de este insumo no dependían de la cantidad empleada de capital físico.

¹⁰ Rendimientos marginales del trabajo no crecientes implican que $\Phi'(s) \geq 0$ y $\Phi'' \leq 0$ para todo $0 \leq s \leq 1$.

¹¹ Mientras que Uzawa usó esta ecuación para definir la tasa de acumulación de capital, Lucas recurrió a una formulación similar para expresar la inversión neta en capital físico o, en otros términos, la acumulación de capital.

empírica¹² que mostraba que los ingresos individuales eran consistentes con una función lineal de producción de tecnología y rechazó el supuesto de rendimientos decrecientes a la acumulación de conocimiento (supuesta por Uzawa en 6)) y planteó una expresión 6') para la función de acumulación de capital humano en la que $\Phi_E > 0$ se transformaba en un parámetro:

$$6') \quad \hat{H}(t)/H(t) = \varphi_E [L_E(t)/L(t)]$$

La expresión 6') fue tomada de la teoría de Rosen, aplicada a cada individuo con vida finita y extendida por Lucas a la misma tecnología aplicada a una familia representativa con vida infinita; en otras palabras, el capital humano adquirido por los individuos era de alguna forma transferido a las generaciones futuras¹³.

El tercer cambio introducido por Lucas consistió en plantear una función de utilidad temporal curva para la familia representativa de vida infinita (expresión 9')), en lugar de la función lineal de Uzawa (ecuación 9)):

$$9') \quad U(0) = [(C(t)^{1-\theta} - 1)/(1-\theta)] e^{-(\rho-n)t} dt$$

en la que θ representa la recíproca de la elasticidad de sustitución temporal. Dado que $\theta=1/\sigma$ es una constante que mide el grado de concavidad de la función de utilidad 9'), a mayor θ más grande será el interés en suavizar el consumo en el tiempo.

Independientemente de las modificaciones introducidas por Lucas (6') y 9')), la resolución del modelo no se apartó de los procedimientos usuales seguidos por otros modelos de crecimiento endógeno e incorporó la tradicional ecuación dinámica per cápita para reflejar la acumulación de capital físico y, en este caso, también la correspondiente al capital humano utilizándose en ambas el supuesto simplificador de similar tasa de depreciación¹⁴. Dado que u representaba, de acuerdo a Lucas, la proporción del capital humano destinado a la producción de bienes finales, $(1-u)$ necesariamente indicaría el esfuerzo destinado a la acumulación del primero¹⁵.

$$10) \quad \dot{k} = A(t)k(t)^\alpha (uh(t))^{1-\alpha} - c(t) - (\delta + n) k(t)$$

$$11) \quad \dot{h} = \varphi_E (1-u) h(t) - (\delta + n) h(t)$$

Los individuos elegirían las trayectorias temporales para el consumo y del capital físico y humano que maximizaran su función de utilidad; en este sentido, maximizarán 9') sujeta al tiempo efectivamente trabajado dedicado a cada uno de los dos sectores (restricción temporal 12)) y a las restricciones de acumulación 10) y 11), conformando un hamiltoniano incluyendo ahora dos variables de estado (k y h) y dos de control (c y u)¹⁶.

¹² Rosen (1976).

¹³ El supuesto de que la formación de capital de los individuos seguía el patrón indicado por 4') y que el nivel inicial con que cada miembro de la familia comenzaba era proporcional al nivel anteriormente acumulado por los miembros más antiguos de su familia llevó a Lucas a asegurar (1988, p. 19) que la acumulación de capital humano era una actividad social sin contraparte en la acumulación de capital físico

¹⁴ Así como la tasa de depreciación δ afectaba negativamente, los incrementos en la tasa de crecimiento de la población también reducían el stock de capital físico y humano per cápita disponibles.

¹⁵ Aunque no puede descartarse totalmente al capital físico como un insumo para la producción de capital humano, la ecuación de acumulación 9) refleja el supuesto de Uzawa-Lucas de que solo se usa capital humano para incrementar el stock de capital humano.

¹⁶ La resolución completa del hamiltoniano puede seguirse en Sala -i- Martín (1994), cap. 8, sección 8.2.

$$12) \quad \dot{h}(t) = u \dot{h}(t) + (1 - u) \dot{h}(t)$$

Las condiciones de primer orden surgidas de la resolución del hamiltoniano permiten obtener la ecuación dinámica del consumo (expresión 13)) en la que la tasa de crecimiento del consumo per cápita se expresa en términos de las variables del modelo. Una clara diferencia del Modelo de Uzawa-Lucas es que si bien la tasa dependía de la productividad marginal física neta del capital, ésta última no solo consideraba ahora el stock de capital físico sino también la parte del stock de capital humano usado para la producción de bienes finales.

$$13) \quad \gamma_c = 1/\theta [A(t)\alpha k(t)^{\alpha-1} (uh(t))^{1-\alpha} - (\delta + \rho)]$$

Con el fin de resolver el modelo de Lucas para el estado estacionario, en el que las variables c , k y h crecen a un ritmo constante y la tasa de crecimiento de u es cero, dado que es por definición una constante acotada entre cero y uno, se verifica que pasando al miembro derecho de la ecuación 13) todos los términos constantes (ecuación 14)), tomando logaritmos en ambos miembros y derivando con respecto al tiempo, se obtendrá la expresión 15) que reafirma el principio de que –en el estado estacionario todas las variables (en este caso el capital físico y el humano) tienen que tener tasas de crecimiento constantes e iguales y, por ende, la relación $(h/k)^*$ será también constante:

$$14) \quad [(\theta \gamma_c^* + \delta + \rho)/(A\alpha(u^*)^{1-\alpha})] = k^{1-\alpha} h^{\alpha-1}$$

$$15) \quad 0 = (\alpha - 1)\gamma_k^* + (1 - \alpha)\gamma_h^* \quad \text{o} \quad \gamma_k^* = \gamma_h^*$$

La ecuación 16) muestra la tasa de crecimiento del capital físico, que se obtiene dividiendo por k la ecuación dinámica 10) que indica la acumulación de capital físico. La ecuación 17) resulta de desplazar al miembro derecho todos los términos constantes en el estado estacionario:

$$16) \quad \gamma_k = AK^{\alpha-1}(uh)^{1-\alpha} - c/k - (\delta + n)$$

$$17) \quad c/k = A(u^*)^{1-\alpha} [(h/k)^*]^{1-\alpha} - (\delta + n)$$

Dado que en el estado estacionario la proporción c/k es constante, por ser las tasas de crecimiento de ambas variables similares, la igualdad 18) debe también verificarse:

$$18) \quad \gamma_c = \gamma_k = \gamma_h$$

Si se toman logaritmos de la función de producción per cápita ($y = \alpha \log k + (1 - \alpha) \log u + (1 - \alpha) \log h$) y se deriva posteriormente respecto al tiempo, se obtiene la ecuación 19) correspondiente a la tasa de crecimiento del producto y la igualdad 19') para el estado estacionario¹⁷:

$$19) \quad \gamma_y = \alpha \gamma_k + (1 - \alpha) \gamma_u + (1 - \alpha) \gamma_h$$

$$19') \quad \gamma_y^* = \gamma_k^* = \gamma_h^* = \gamma_c^*$$

Las tasas de crecimiento en 19'), aparte de sumar a γ_h^* , no agregan ningún elemento nuevo a las conclusiones tradicionales de los modelos de crecimiento endógeno, ya que se mantiene el supuesto de que todas las variables crecen a la

¹⁷ Debe recordarse que $\gamma_u^* = 0$.

misma tasa constante en el estado estacionario; sin embargo, las tasas en el Modelo Lucas-Uzawa si presentan elementos que las diferencian de aquellas que resultan de modelos de crecimiento endógeno, pero que no incluyen explícitamente el capital humano. Esto es precisamente lo que muestra la ecuación 20), obtenida a partir de una de las condiciones de primer orden del hamiltoniano (Sala -i- Martín, 1994, cap.8) a la que se reordenó y se le aplicaron logaritmos y derivadas respecto del tiempo:

$$20) \quad \gamma_y^* = \gamma_k^* = \gamma_h^* = \gamma_c^* = 1/\theta (\varphi_E - \delta - \rho)$$

En síntesis, lo que está señalado en el último miembro de 20) es que, diferentemente al caso de otros modelos de crecimiento endógeno (por ejemplo el enfoque AK sin capital humano, en el que la tasa de crecimiento¹⁸ se derivaba de una función de producción de bienes finales que incluía la constante (A) de productividad exógena), en el enfoque Lucas-Uzawa es el parámetro de productividad del sector educativo (φ_E) el que afectaba el crecimiento económico de largo plazo. Este resultado responde al supuesto de Lucas de que el sector educativo solo usó capital humano para producir más capital humano (ecuación dinámica 11)) y que existía una función lineal de producción de conocimiento (expresión 6)).

La factibilidad de la tasa de crecimiento representada en 20) dependerá de la relación entre la elasticidad de sustitución intertemporal ($1/\theta$) y la constante de productividad (φ_E); en este sentido, la expresión (6') sugería que si se dedicara todo el tiempo laboral a producir capital humano (si $u = 0$) φ_E sería el máximo valor posible de γ_h , por lo que 20) requiere que $\gamma_h < \varphi_E$ y que se le imponga a su vez a ($1/\theta$) el siguiente límite superior:

$$21) \quad 1/\theta < \varphi_E / (\varphi_E - \rho)$$

Dos rasgos finales del Modelo merecen una mención: el primero es que, a diferencia de otros modelos de crecimiento endógeno como los AK (en el que las variables se encuentran permanentemente en el estado estacionario), Lucas supuso la existencia de un período de transición; el segundo se refiere a la posibilidad de que el conocimiento tenga una externalidad positiva sobre la productividad, adicional a la de los efectos sobre la propia productividad de los individuos, modelado por Lucas de la siguiente manera:

$$22) \quad N(T) c(t) + K(T) = A(t) k(t)^\alpha [u(t) h(t) N(t)]^{1-\alpha} h_a(t)^\xi$$

En la ecuación 22) el producto nacional neto (miembro izquierdo) aún depende de los niveles de capital y de trabajo y de un nivel constante de tecnología $A(t)$, pero también del término $h_a(t)^\xi$ que el que captura precisamente lo que Lucas denominó posibles efectos externos del capital humano¹⁹.

2.b El Modelos de Crecimiento AK

Los modelos de crecimiento endógeno tipo AK, incluyendo capital humano además del físico, se basaron en el supuesto de que ambos factores de producción eran similares y sustitutos perfectos, obtenidos de la misma función de producción y

¹⁸ En este enfoque, la tasa de crecimiento constante de las variables en el estado estacionario se representa por $\gamma^* = 1/\theta (A - \delta - \rho)$.

¹⁹ Al respecto, Heijdra y van der Ploeg (2002, cap. 14, pág. 463) señalan que Lucas buscó con ello reforzar la noción de que la formación de capital humano era, en parte, una actividad social.

factibles de acumulados a partir de unidades de producción no consumidas; este supuesto dio lugar a las relaciones planteadas en 24) y 25) las que implicaban que, por ejemplo, una reducción temporal en K (y en el ratio K/H) pudiera compensarse si una parte de H se convertía inmediatamente en K ²⁰.

$$24) \quad K/H = \eta/(1 - \eta)$$

$$25) \quad H = K(1 - \eta)/\eta$$

siendo $0 < \eta < 1$ la participación del capital en la función de producción. La crucial relevancia de las expresiones 24) y 25) para el Modelo AK con capital humano quedará claramente señalada a la finalización de la presente sub sección.

Rebelo (1991) desarrolló un caso muy interesante de inclusión del stock del capital humano en modelos AK, consistente en descomponer la variable capital compuesta Z_t en dos componentes; capital físico y capital humano. Siguiendo en general el desarrollo teórico de Lucas (1988) planteó primero una función de utilidad de un número constante de individuos²¹ y una función de producción tipo Cobb-Douglas la que, a diferencia de la usada por éste, no era necesariamente lineal en la variable de capital compuesta aunque sí mantenía el supuesto de rendimientos constantes a escala y se obtenían bienes de consumo y de inversión:

$$26) \quad C_t + I_t = A(\Omega_t K_t)^\eta (N_t H_t)^{1-\eta}$$

En la ecuación 26) Ω es la fracción del stock de capital físico destinado a la producción de bienes finales, $N_t H_t$ las unidades de eficiencia del trabajo resultado de un individuo que tiene H_t unidades de capital humano y que trabaja N_t horas.

Si se supone que la inversión es siempre positiva, que el capital físico y el humano encarnado en cada trabajador se deprecian a la tasa δ y que el último se produce combinando unidades de capital físico y unidades de eficiencia de trabajo, se pueden representar en 27) y 28) las respectivas ecuaciones dinámicas de acumulación y en 29) la acumulación conjunta:

$$27) \quad dK_t/dt = I_t - \delta K_t$$

$$28)^{22} \quad dH_t/dt = B[K_t(1 - \Omega_t)^\beta [(1 - L - H_t) N_t]^{1-\beta} - \delta H_t$$

$$29) \quad dK_t/dt + dH_t/dt = A(\Omega_t K_t)^\eta (N_t H_t)^{1-\eta} - C_t - \delta(K_t + H_t)$$

La posibilidad de sumar ambos stocks de capital en 29) resulta de considerarlos activos similares y sustitutos perfectos, por lo que los rendimientos de ambos (productividad marginal neta) deben ser iguales para que la respectiva acumulación tenga lugar. Dicha igualdad está indicada por 30) y 31), en la que se toman en cuenta similares tasas de depreciación δ para ambos activos:

$$30) \quad dY/dK = \eta A(\Omega_t K_t)^{\eta-1} (N_t H_t)^{1-\eta} = \eta Y/K$$

²⁰ La perfecta sustituibilidad de factores en el modelo AK fue cuestionada por irrealista en diversos enfoques alternativos de crecimiento económico endógeno.

²¹ La expresión analítica de la función de utilidad expresando las preferencias de los individuos es la siguiente: $U = \int e^{-\rho t} [(C^{1-\theta} - 1)/(1-\theta)] dt$.

²² $(1 - L - N_t)$ se explica porque cada trabajador cuenta con una unidad de time en cada período y consume L horas de ocio, el resto de las horas las dedican a la generación de capital humano.

$$31) \quad dY/dH = (1 - \eta) A(\Omega_t K_t)^\eta (N_t H_t)^{-\eta} = (1 - \eta) Y/H$$

Puede observarse en primer lugar que las ecuaciones 26) a 29) implican que, en el estado estacionario, C_t , K_t , I_t y H_t crecen a la misma tasa; en segundo lugar, al combinar 30) y 31) se obtiene la expresión 25) y substituyendo esta última en 26), la función de producción asume la forma AK pura, por lo que la tasa de crecimiento constante de estado estacionario obtenida en 4) se aplica también a este caso.

3. METODOLOGIA PARA ESTIMAR EL STOCK DE CAPITAL HUMANO EN LA ARGENTINA²³

3.a. Consideraciones preliminares

Claramente, la construcción de una serie que permita capturar el efecto del capital humano sobre el producto bruto interno es un paso necesario para contar con resultados empíricos sólidos, como lo demuestran los esfuerzos por parte de diversos especialistas destinados a evaluar la efectividad de los recursos presupuestarios volcados a la creación de capital humano.

En este sentido la variable 'proxy' usada por Mankiw et al (1992), restringida a una variante de capital humano (inversión en educación), planteó desde el inicio – y en palabras de dichos autores- las dificultades prácticas que su medición conllevaba, particularmente si se deseaba estimar econométricamente la segunda alternativa del Modelo Aumentado de Solow Swan que incluía explícitamente como variable explicativa al stock de capital humano. En su influyente artículo, Mankiw et al privilegiaron la factibilidad estadística al recurrir, para la primera variante de su Modelo, a una 'proxy' para la tasa de acumulación de capital humano que reflejaba el porcentaje de la población en edad laboral efectivamente registrada en la escuela secundaria; resaltaban sin embargo las limitaciones de la variable al señalar las siguientes omisiones e inconsistencias: no se incluyeron la educación primaria y universitaria, se ignoró el insumo representado por los maestros, no se consideró el ingreso no percibido por los estudiantes ni su variación con el nivel de inversión en capital humano y, finalmente, la variable 'proxy' se originaba en dos series de datos respectivamente incluyendo la población secundaria (12 a 17 años) y la población laboral en edad escolar (15 a 19 años) cubriendo ambas dos rangos etarios diferentes²⁴.

A la luz de los comentarios precedentes, Rezk et al (2012)²⁵ intentaron el cómputo de una variable que integrara los componentes de la inversión en capital humano (limitada también en este caso a la Educación) y que representara adecuadamente el stock de capital humano total y per cápita; dicha metodología, presentada como estimación alternativa del stock de capital humano, se desarrolla esquemáticamente en la sub sección siguiente.

²³ Esta sección sigue el desarrollo elaborado por Rezk, Mignon, De La Vega (2012) para estimar el stock de capital humano.

²⁴ Debe destacarse que, a pesar de estas dificultades, Mankiw, Romer y Weil aplicaron su Modelo Aumentado de un solo sector y obtuvieron resultados relevantes respecto de la importancia de la inclusión explícita del capital humano en los modelos de crecimiento económico exógeno; sin embargo, las imperfecciones e inconsistencias señaladas hubieran sido una importante restricción en el caso de haberse incluido en el modelo una función de producción del capital humano (p.e. variante de Lucas).

²⁵ El desarrollo completo puede encontrarse en el trabajo referenciado.

3.b Una estimación alternativa del stock de capital humano

Rezk et al plantearon desde inicialmente el conjunto de principios utilizados para configurar la variable Capital Humano en Argentina, cuya cita se considera importante habida cuenta de su uso en el desarrollo econométrico posterior:

- i) A pesar de que la inversión en Salud, Construcción o Mantenimiento de Trabajos Públicos, son también actividades particularmente reconocidas por su aporte a la formación de capital humano, en la medida en que éstas mejoran la productividad de la fuerza laboral (ver Uzawa, 1965), las dificultades prácticas para obtener la información relevante y para manejarla conjuntamente aconsejan en esta etapa concentrarse solo en la inversión en educación²⁶.
- ii) Los costos de oportunidad de la educación (p.e. ingresos no percibidos por los estudiantes en edad laboral) deben ser determinados y sumados al componente de recursos presupuestarios reales, ya que ello necesario para una correcta estimación del valor de la variable. La importancia de los costos de oportunidad en trabajos empíricos fue permanentemente resaltado por diversos autores (ver Schultz, 1961; Kendrick, 1976); se agrega que los costos de mantenimiento de los estudiantes universitarios, absorbido por los padres deben además considerarse como componentes de los costos de oportunidad.
- iii) La inversión en educación no solo incluye los niveles primario, secundario y universitario, sino también los recursos destinados a Ciencia y Tecnología.
- iv) Se excluyen los gastos presupuestarios destinados a Cultura sobre la base de que ellos generan bienes de consumo y no de producción.
- v) En un país federal como Argentina, con responsabilidades educativas y de formación científico-tecnológica en todos los niveles gubernamentales, la correcta determinación de la variable requiere considerar los gastos educativos nacionales, provinciales y municipales²⁷.

En base a los cuatro principios precedentes, el cómputo de la variable Stock de Capital Humano se ajustó a la siguiente metodología:

- a. El gasto educacional es un ítem comprehensivo que engloba los desembolsos presupuestarios reales en educación básica (primaria y secundaria) y estudios superiores (terciarios y universitarios) de todos los niveles de gobierno.
- b. Se incluye además el gasto nacional y subnacional en ciencia y tecnología, dado que su objetivo es incrementar la productividad, ayudando a desarrollar el estado actual del conocimiento científico aplicado y de las técnicas productivas.

²⁶ Las limitaciones mencionadas son más evidentes en el caso de gastos en Salud, ya que las modificaciones substanciales sufridas por el Sistema de Obras Sociales en el período considerado tornan dificultoso obtener series estadísticas y los beneficios de incluirlas en el análisis son escasos.

²⁷ Desde los 80' y los 90' la responsabilidad por la educación primaria y secundaria fue transferida a las provincias y el estado nacional mantuvo un rol subsidiario vía transferencias anuales (Ley de Financiamiento Educativo 26075). El gobierno nacional mantuvo su responsabilidad presupuestaria por el financiamiento de las universidades nacionales y hay una responsabilidad compartida entre ambos niveles de gobierno por el gasto en ciencia y tecnología, aunque con preeminencia de los fondos nacionales.

c. Se utilizó el Salario Mínimo, Vital y Móvil para computar el costo de oportunidad de la inversión en educación, teniendo en cuenta que no solo representa conceptualmente el costo de las necesidades básicas de la familia, sino que es además una 'proxy' de los ingresos generados por estudiantes en edad laboral que no hayan completado todavía sus estudios.

El costo de oportunidad asumido por los padres, en concepto de mantenimiento, se aplicó solo por los estudiantes universitarios que no trabajaren; en el caso de estudiantes secundarios no se lo consideró al aplicarse el supuesto de que es usual en Argentina que los padres sostengan económicamente a sus hijos hasta la edad de 18 años. Tampoco se consideró el costo de oportunidad por estudiantes menores de 15 que no trabajaren ya que las regulaciones laborales y las limitaciones prácticas se aplican más estrictamente sobre dicho rango de edad (prevención del trabajo infantil)²⁸

d. Si bien el costo de oportunidad por ingresos no percibidos se basa, en el caso de los estudiantes terciarios y universitarios, en el supuesto de que están en condiciones de sostenerse económicamente, tres situaciones se consideran para la determinación del stock de capital humano: que trabajan tiempo completo y cargan con sus costos de mantenimiento mientras estudian, que trabajan tiempo parcial (por lo que no se computan ingresos perdidos) pero sus padres aún cubren sus gastos de mantenimiento, que no trabajan por lo que, además de los ingresos no percibidos, sus padres financian su mantenimiento. Estas tres variantes explican la estructura de costos de oportunidad que se obtiene: se asigna un doble salario mínimo y legal²⁹ al conjunto de estudiantes de la educación superior que –de acuerdo a la información estadística obtenida de encuestas de familias y de universidades- no trabaja; solo un salario mínimo se computa en el caso de estudiantes con trabajos de tiempo parcial con el fin de reflejar el costo de oportunidad en que incurren los padres por gastos de mantenimiento, mientras que no se computan costos de oportunidad para estudiantes universitarios con trabajos de tiempo completo.

e. El conjunto de gastos incluidos en los apartados a) y b) corresponde a la inversión en capital humano restringida al gasto presupuestario en Educación, Ciencia y Tecnología. Con la inclusión de los ítems en c) y d) se obtiene una versión de inversión anual en capital humano que toma además en cuenta al costo de oportunidad.

f. Dos supuestos de depreciación se utilizaron para computar las series de stock de capital humano: 1) que las inversiones en capital humano, al igual que el capital físico, se depreciaba a una tasa del 10% anual; 2) que el capital físico se depreciaba al 10% anual y el humano al 5% anual³⁰. La utilización de una sola tasa de depreciación para ambos activos no solo responde a favorecer la simplificación computacional y a la necesidad de reducir la pérdida de grados de libertad sino que, como se verá en la próxima sección, se relaciona mejor con enfoques conceptuales de crecimiento económico endógeno del tipo de los Modelos AK.

²⁸ Por el contrario, si se computó un salario mínimo, vital y móvil por los estudiantes secundarios mayores de 15 años.

²⁹ Uno de los salarios mínimos toma en cuenta los ingresos no percibidos por dichos estudiantes y el otro refleja el costo de mantenimiento soportado por sus padres.

³⁰ Estos supuestos convencionalmente adoptados no descartan otras alternativas; mientras que Mankiw et al prefieren períodos de amortización más largos (menores tasas anuales de depreciación), se podría también sostener que la amortización no requiere ser lineal sino decreciente.

g. Finalmente, se utilizó el Índice de Precios al Consumidor para obtener series constantes del stock de capital humano (Base 1993=100)³¹.

3.c Dos especificaciones de la variable y representaciones gráficas

Ya sea que la tasa anual de depreciación fuera similar para ambos activos o de 10% para el capital físico (K) y de 5% para el capital humano (H), el stock se conformó con el 90% o 95% (según correspondiere) de la inversión del año corriente más la inversión real aún no amortizada de años precedentes (e.g., para computar el stock de capital humano del año 1998 se tomó el total de la inversión de dicho año, disminuida en un 10% o 5% según correspondiere, más el remanente de inversiones no amortizadas de períodos anteriores)³². De esta forma, se pudo contar con series completas de capital físico y humano para los períodos 1978-2011 o 1988-2011, según la tasa de amortización utilizada. Las variantes obtenidas con consistentes con las dos formas de considerar el stock de capital humano (con y sin costo de oportunidad) y su evolución gráfica se muestra a continuación³³.

La figura 1 siguiente muestra la evolución del stock de capital humano³⁴ (medido por la inversión en educación) y permite señalar al menos cuatro etapas en el período considerado: la primera, desde el inicio hasta aproximadamente los inicios de la década del 90, caracterizada por valores relativamente estables del stock de capital humano producto de un ligero amesetamiento en la inversión real anual en Educación; la segunda, que se extiende durante los 90' y hasta el 2000 y en la que el stock de capital humano crece suave pero sostenidamente; la tercera, que cubre el período 2001-2005 y en la que se verifica un nuevo estancamiento en el valor del stock y, finalmente, la cuarta etapa, iniciada en 2006, refleja un crecimiento tipo logarítmico del stock de capital humano en Argentina como resultado de la promulgación de la Ley 26075 de Financiamiento Educativo, que dispuso un incremento substancial de los fondos presupuestarios destinados a la Educación³⁵.

³¹ Ver fuente de índices usados en el anexo I.

³² Iguales criterios se siguieron para amortizar el costo de oportunidad computado y el valor resultante fue luego agregado al stock de capital humano.

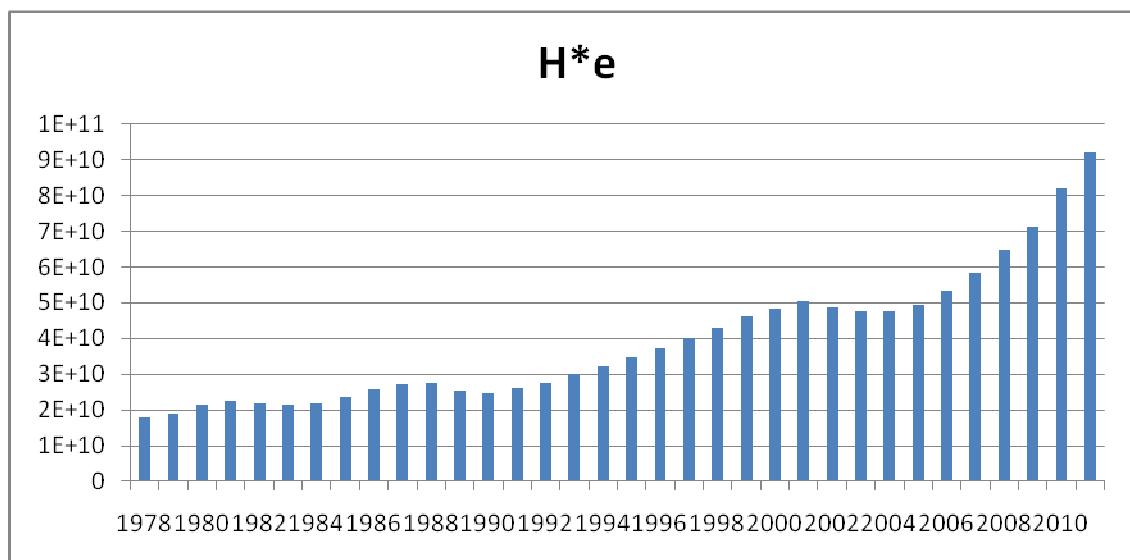
³³ Los gráficos que se presentan corresponden al caso de tasa de depreciación del 10% tanto para el stock de capital físico como de capital humano. Los correspondientes a tasa de depreciación del 5% para el stock de capital humano no fueron presentados en esta versión pero pueden ser solicitados al autor.

³⁴ Para una tasa de depreciación del 10% anual.

³⁵ El mencionado texto legal, promulgado en 2006, dispuso en su artículo 3° que el presupuesto consolidado del Gobierno Nacional, las provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires destinado a la educación, la ciencia y la tecnología se incrementará progresivamente hasta alcanzar en 2010 una participación del seis por ciento del Producto Bruto Interno.

FIGURA 1

ARGENTINA: STOCK DE CAPITAL HUMANO (sin costo de oportunidad)
(en millones de pesos de 1993)



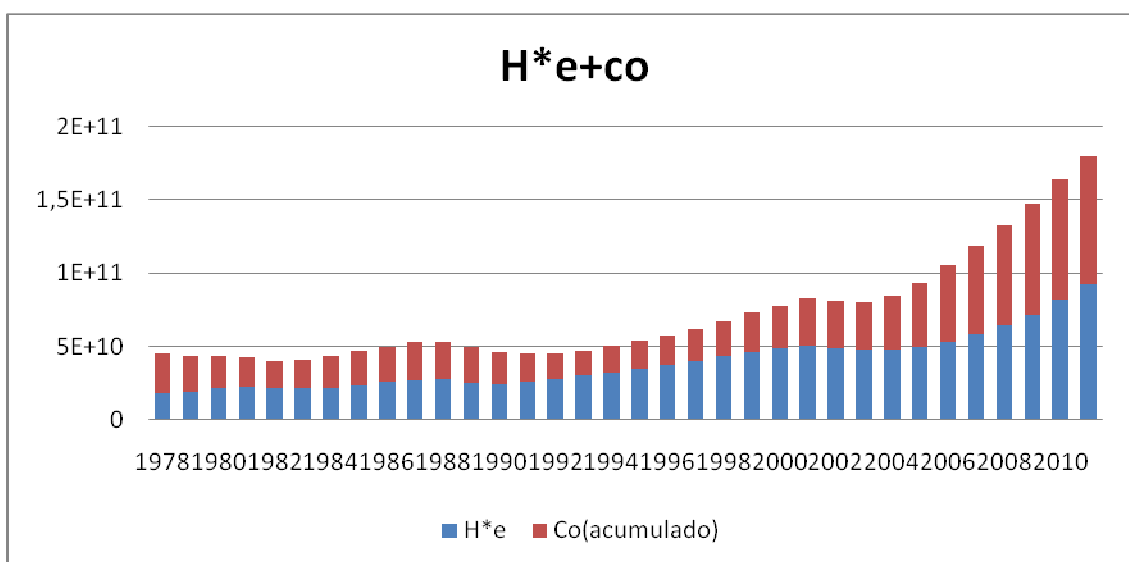
Fuente: Elaboración propia en base a series de Gasto en Educación, MECON.

La Figura 2, en la que el stock de capital humano incluye además el costo de oportunidad computado como se detallara previamente, muestra además un conjunto de rasgos muy interesantes. En primer lugar, se puede señalar que el componente costo de oportunidad de dicho stock –no obstante los vaivenes sufridos en el período– es realmente importante, lo que subraya no solamente el aporte realizado por el estado sino además por los propios estudiantes (ingresos no percibidos) y por sus familias (gastos de mantenimiento). Por otro lado, y dado que la base de cálculo elegida para el costo de oportunidad es el salario mínimo, vital y móvil, no resulta sorprendente que la participación del primero en el valor total del stock de capital humano estará inversamente correlacionada con la variación anual de la inversión en educación pero también directamente con las actualizaciones del salario mínimo.

En este sentido, la evolución del stock de capital humano (incluido el costo de oportunidad) permite también visualizar cinco etapas: la primera, desde el inicio del período hasta 1987, en la que el costo de oportunidad representó aproximadamente el 50% del stock de capital humano; la segunda, desde 1988 hasta 1993, en la que el costo de oportunidad retrocedió fuertemente en su participación (de 48% a 36%); la tercera etapa, de 1994 a 1997, en la que la participación del costo de oportunidad se amesetó en el orden del 35% del stock de capital; la cuarta etapa, desde 1998 hasta 2006, en la que el costo de oportunidad alcanzó nuevamente su participación original del 50% y la última, desde 2007, en la que se reproduce anualmente una participación del orden del 49%-51% del stock total.

FIGURA 2

ARGENTINA: STOCK DE CAPITAL HUMANO (con costo de oportunidad)
(en millones de pesos de 1993)



Fuente: Elaboración propia en base a series de Gasto en Educación, MECON y a información del Consejo Nacional del Empleo, de la Productividad y el Salario Mínimo, Vital y Móvil.

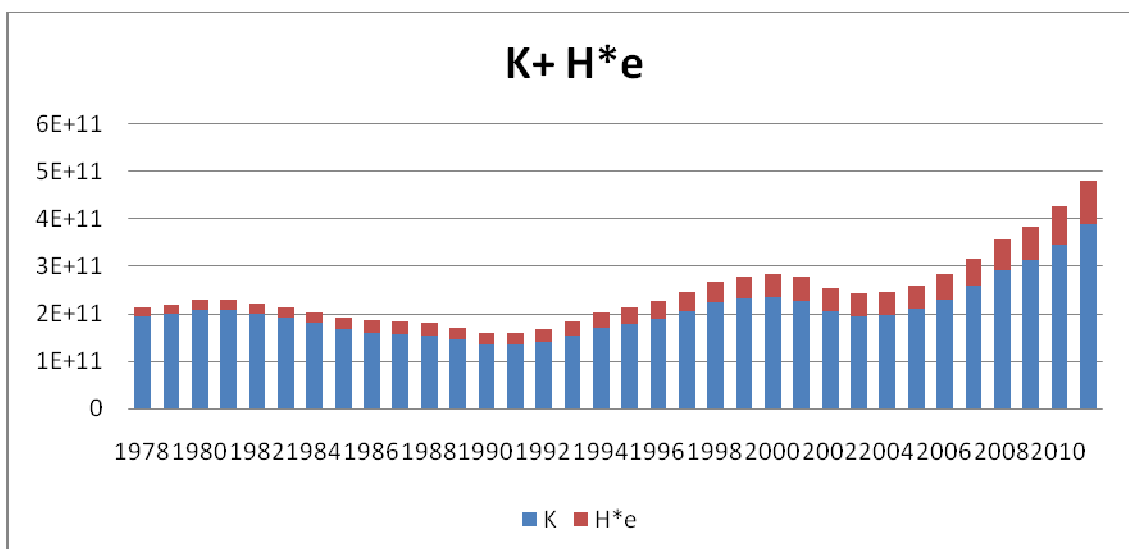
El gráfico de barras de la Figura 3 muestra el comportamiento y composición del Capital Total, denominación que Kendrick (1976) dió a la variable que incluye tanto al stock de Capital Físico como el del Capital Humano (sin costo de oportunidad). Como puede observarse, la tendencia cíclica de la variable compuesta sigue en general la evolución de su principal componente, el stock de capital físico; este último rasgo no debe sorprender ya que es fácilmente observable la participación minoritaria del stock de capital humano en el conjunto

Las participaciones porcentuales del stock de capital humano (con y sin costo de oportunidad incluido) se visualizan más claramente en la Figura 4 siguiente; en este sentido, el stock de capital humano (sin costo de oportunidad) representó entre el 8.5% y el 12.5% del capital total en el período 1978-1985, pero evidenció un crecimiento en su participación –entre 1986 y 2011- trepando del 14% al 19% del total, particularmente en la primera década del siglo 21. Como era de esperar, el stock de capital humano aumenta su participación en el Capital Total cuando se incluye el costo de oportunidad y, como lo muestra el gráfico de barras, los porcentajes varían ahora entre el 19% y el 32% aproximadamente.

Se señala que la introducción de la variable Capital Total tiene el objetivo de aproximar y evaluar el desempeño de la metodología AK en la evaluación econométrica posterior, como una alternativa a una función de producción en la que el stock de capital humano entra explícitamente en el análisis, como lo plantearon Uzawa y Lucas en su modelo de dos sectores.

FIGURA 3

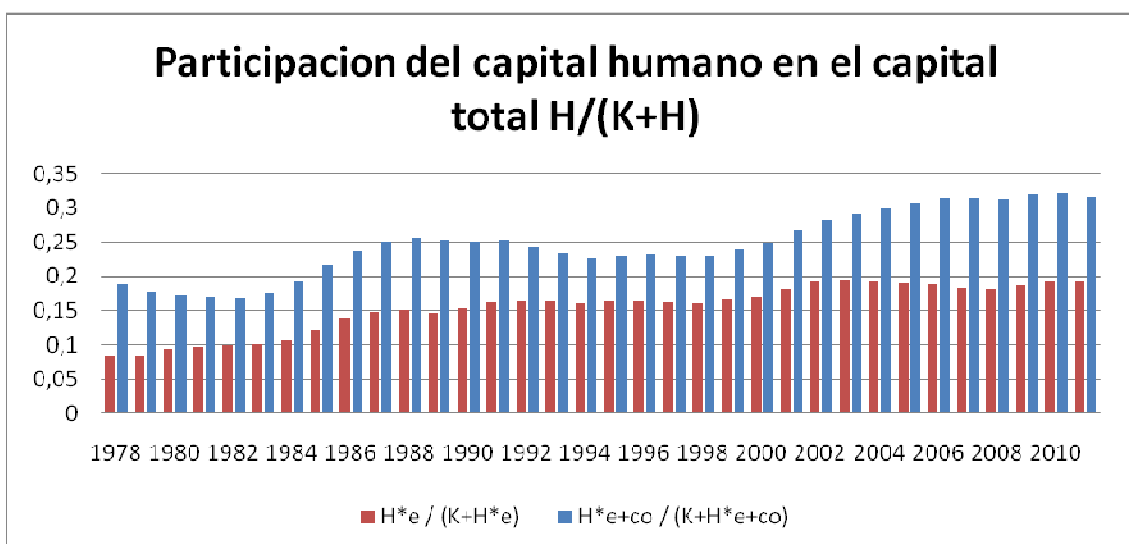
ARGENTINA: CAPITAL TOTAL
(en millones de pesos de 1993)



Fuente: Elaboración propia en base a series de Gasto en Educación, MECON y a información del Consejo Nacional del Empleo, de la Productividad y el Salario Mínimo, Vital y Móvil.

FIGURA 4

ARGENTINA: CAPITAL TOTAL
(en porcentajes)



Fuente: Elaboración propia en base a series de Gasto en Educación, MECON y a información del Consejo Nacional del Empleo, de la Productividad y el Salario Mínimo, Vital y Móvil.

4. ESPECIFICACION ECONOMETRICA Y EVALUACION EMPIRICA DEL DESEMPEÑO DEL STOCK DE CAPITAL HUMANO EN LA ARGENTINA

La evaluación del impacto del stock de capital humano sobre el producto se realizó para Argentina, para los períodos 1978-2011 y 1988-2011³⁶, utilizando básicamente dos variantes de modelos de crecimiento económico endógeno: la primera, que replica de alguna manera el enfoque Uzawa-Lucas, de dos sectores y la segunda, más estrictamente relacionada con los modelos de metodología AK, planteada entre otros autores por Rebelo (1991). Se recurrió, para la construcción de las series utilizadas en la estimación econométrica de los coeficientes de las variables, a diversas fuentes de información cuyo detalle se incluye en el Anexo I.

Se utilizó el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios para estimar los coeficientes de las variables en las siguientes tres ecuaciones originadas en especificaciones alternativas de una función de producción tipo Cobb-Douglas (expresadas logarítmicamente) y variantes de las mismas; x en la ecuación 33) es una variante a la Lucas en la que parte del insumo L y una fracción del capital humano se utiliza para producir capital humano³⁷:

$$32) \quad \log PIB_t = C + \alpha \log K_t + \beta \log L_t + \mu_t$$

$$33) \quad \log PIB_t = C + \alpha \log K_t + \eta \log(uH_t) + \beta \log(xL_t) + \mu_t$$

$$34) \quad \log PIB_t = C + (\alpha + \eta) \log(K_t + H_t) + \beta \log L_t + \mu_t$$

Por otro lado, la ecuación 35) es una variante al conjunto de ecuaciones presentadas por Pyo (1995), que se incluyó como representativa del Modelo AK con capital humano:

$$35) \quad \log PIB_t = C + (\alpha + \eta)(\log(K_t + H_t)) + \mu_t$$

Aparte de las usuales variables K y L , que representan respectivamente el stock de capital físico y la utilización de mano de obra y cuyos coeficientes estimados se espera tengan signo positivo³⁸, las ecuaciones precedentes incluyeron la variable H , representativa del stock de capital humano, cuyo coeficiente se estimó tanto para H_E , representativa del stock de capital humano que solo tuvo en cuenta la inversión anual en Educación, Ciencia y Tecnología como para H_{E_CO} , en la que el stock de capital humano también consideró el Costo de Oportunidad de la Educación, cuyo cómputo se explicó en la Sección 3. En ambos casos, y al igual que para el capital físico, el signo esperado de la variable es positivo.

Las series originales (variables en niveles expresadas en logaritmos y mostradas en el anexo I) no eran estacionarias, o $I(0)$, lo que muy probablemente generaría –al momento de estimar las ecuaciones de regresión- correlaciones espúreas con los conocidos efectos indeseados. A pesar de existir en la literatura

³⁶ Según que se aplique respectivamente tasas de depreciación del 10% o del 5% par a la estimación del stock de capital humano.

³⁷ El proceso de evaluación empírica de los efectos del stock de capital humano, y las variantes presentadas para las ecuaciones, se originaron parcialmente en el interesante trabajo sobre el impacto del capital humano en Corea del Sur y en Estados Unidos, realizado por H. Pyo (1995).

³⁸ A título de ejemplo, a un stock de capital más grande mayor será el impacto sobre el producto bruto, tazon por la que se espera que el coeficiente de la variable sea positive en este caso.

cierta controversia respecto a descartar o a usar variables no estacionarias en regresiones de series temporales, y de que existen soluciones econométricas para enfrentar el problema³⁹, se usaron primeras y segundas diferencias de las variables con el fin de garantizar variables log estacionarias.

Se utilizó, para obtener las ecuaciones de regresión, el utilitario estadístico EViews y las estimaciones se presentan en las tablas siguientes, para un stock de capital humano computado con una tasa de depreciación anual del 10%, ya que el desempeño y calidad econométrica de esta variante fue superior a la que utilizó tasa de depreciación anual del 5%⁴⁰. Este resultado podría interpretarse en el sentido de que la formación educativa está sujeta a una amortización mayor a la que usualmente se supone o, que el capital humano es proclive a la obsolescencia especialmente en períodos como el considerado (1978-2011) en el que se observaron cambios científico-tecnológicos de importancia⁴¹.

TABLA 1
REGRESIONES CON DIFERENCIAS PRIMERAS DE VARIABLES LOGARITMICAS
DEPRECIACION DEL STOCK DE CAPITAL HUMANO: 10% ANUAL

Variable dependiente: DLPBI											
Variables independientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DLK	0.40 (2.23)	0.49 (2.67)							0.52 (3.86)	0.53 (2.51)	0.51 (2.42)
DLH_E	0.19 (0.98)		0.50 (2.94)				0.58 (3.53)			0.03 (0.11)	
DLH_E_CO		0.04 (0.21)		0.49 (2.49)							0.08 (0.32)
DLL	1.62 (4.40)	1.56 (4.20)	1.82 (4.67)	1.80 (4.40)	1.59 (4.44)	1.59 (4.28)			1.56 (4.27)		
DL_K_H_E					0.56 (3.99)						
DL_K_H_E_CO						0.57 (3.73)		0.60 (3.53)			
C	-0.03 (-1.9)	-0.02 (-1.5)	-0.04 (-2.5)	-0.04 (-2.1)	-0.02 (-1.9)	-0.03 (-1.6)	0.01 (0.98)	0.01 (0.83)	-0.02 (-1.6)	0.01 (0.90)	0.01 (0.84)
AR(1)	0.29 (1.61)	0.31 (1.69)	0.35 (1.96)	0.49 (3.33)	0.31 (1.73)	0.34 (1.99)	0.20 (1.11)		0.29 (1.63)	0.19 (1.03)	0.19 (1.04)

³⁹ El método de cointegración es una alternativa si una combinación lineal de series no estacionarias es I(0). El trabajo de Rezk e Irace (2008) resalta que el significado económico es importante en este caso ya que la existencia de series cointegradas indica relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables.

⁴⁰ Si bien también se estimaron los coeficientes de las variables para un stock de capital humano en base a una depreciación del 5% anual, los resultados no se presentan en esta versión preliminar. Los interesados pueden requerir los mismos al autor.

⁴¹ Se mencionan, a título ilustrativo, el importante desarrollo computacional, la aparición y generalización de Internet y el concepto de una fuerza laboral adaptada a modernos procesos productivos 'just in time' en lugar del tradicional enfoque de línea de montaje.

R ²	0.65	0.63	0.58	0.55	0.64	0.63	0.38	0.38	0.63	0.39	0.39
Durbin-Watson	1.83	1.89	1.74	1.93	1.87	1.91	1.80	1.82	1.88	1.81	1.82
Estadístico F	12.28	11.65	12.78	11.40	16.73	15.86	9.08	9.05	16.07	5.87	5.92

En relación a los resultados que muestra la Tabla 1, para las diversas ecuaciones de regresión, se observa que las columnas 1 y 2 aproximan el enfoque Uzawa-Lucas de crecimiento endógeno, en las que DLH_E y DL_H_CO son respectivamente la fracción de los stocks de capital humano destinados a la producción de bienes finales. En relación a estas dos ecuaciones de regresión, los resultados muestran que si bien los coeficientes estimados de las tres variables presentaron los signos correctos, solo en el caso del capital físico y del trabajo los mismos resultaron significativamente diferentes de cero.

La escasa relevancia del impacto del stock de capital humano (con y sin costo de oportunidad) sobre el producto -mostrado en ambas ecuaciones- había sido de alguna forma anticipada por la Figura 3 (sub sección 3.c), en la que se visualizaba que éste era solo una porción pequeña del capital total; sin embargo, el impacto no fue totalmente nulo, como lo corroboran la suma de los valores estimados de los coeficientes del capital físico y humano en las columnas 1 y 2 con los obtenidos en 9.

Una evidencia importante de la evaluación estadística es el hecho de que, cuando se compara el valor de los coeficientes obtenidos para el capital humano en ecuaciones que no incluyeron el capital físico (columnas 3 y 4), los mismos fueron relativamente similares a los del capital físico en ecuaciones en donde los coeficientes del capital humano no resultaron ser significativamente diferente de cero (columnas 10 y 11). Por otro lado, cuando las ecuaciones se estimaron incluyendo como variable explicativa el capital agregado y el trabajo (columnas 5 y 6), sus coeficientes resultaron prácticamente similares a la suma de los mismos en las ecuaciones que incluyeron separadamente al capital físico y humano (columnas 10 y 11); reafirmando ello, cuando se estimó únicamente el coeficiente de la variable capital humano con costo de oportunidad (columna 8), éste coincidió con la suma de los coeficientes de ambos capitales (columna 11).

Los resultados señalados en el párrafo precedente destacan particularmente la relevancia teórica de los modelos AK (ecuación 35)) al momento de explicar el desempeño e impacto del capital humano sobre el sendero de crecimiento de largo plazo. En este sentido, al ya señalado buen desempeño de la ecuación de regresión en la columna 8, debe agregarse que la comparación de los coeficientes de *K* y *H* de las columnas 1 y 2 con los de las columnas 8 a 11 brindan bastante respaldo al supuesto básico de este tipo de modelo, como es el de la sustituibilidad perfecta o casi perfecta entre ambos tipos de capital.

Se observa que, cuando los coeficientes se estiman con ecuaciones de regresión que usan diferencias segundas de las variables en logaritmos (Tabla 2), no solo la bondad del ajuste (medido por el r^2) sigue siendo en general alta sino que hay un mejor desempeño respecto del control de la correlación serial y que se reiteran o mejoran los resultados estadísticos con respecto al caso de diferencias primeras de las variables logarítmicas (Tabla 1). En particular, se señala que el coeficiente estimado de la variable Capital Agregado de la ecuación AK (columna 8, Tabla 2) se ubicó en la unidad y guardó estrecha relación con la suma de los coeficientes obtenidos en las columnas 10 y 11 de la misma Tabla.

TABLA 2
REGRESIONES CON DIFERENCIAS SEGUNDAS DE VARIABLES LOGARITMICAS
DEPRECIACION DEL STOCK DE CAPITAL HUMANO: 10% ANUAL

Variable dependiente: D2LPBI											
Variables independientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
D2LK	0.57 (2.18)	0.58 (2.07)							0.69 (3.09)	0.92 (2.81)	0.96 (2.75)
D2LH_E	0.19 (0.90)		0.42 (2.21)							0.06 (0.22)	
D2LH_E_CO		0.18 (0.66)		0.53 (2.23)							-0.01 -0.26
D2LL	1.79 (4.63)	1.78 (4.57)	2.03 (5.16)	2.02 (5.14)	1.76 (4.72)	2.02 (5.14)			1.75 (4.57)		
D2L_K_H_E					0.77 (3.35)		1.03 (3.51)				
D2L_K_H_E_CO						0.53 (2.23)		1.02 (3.33)			
C	-0.005 -0.59	-0.005 -0.62	-0.004 -0.46	-0.005 -0.59	-0.004 -0.61	-0.005 -0.59	-0.004 -0.43	-0.005 -0.44	-0.005 -0.57	-0.004 -0.41	-0.004 -0.40
AR(1)											

R ²	0.59	0.59	0.52	0.53	0.60	0.53	0.29	0.27	0.58	0.28	0.28
Durbin-Watson	2.33	2.34	2.25	2.23	2.34	2.23	2.11	2.14	2.35	2.13	2.15
Estadístico F	13.63	13.33	15.98	16.06	21.64	16.06	12.32	11.09	20.18	5.71	5.67

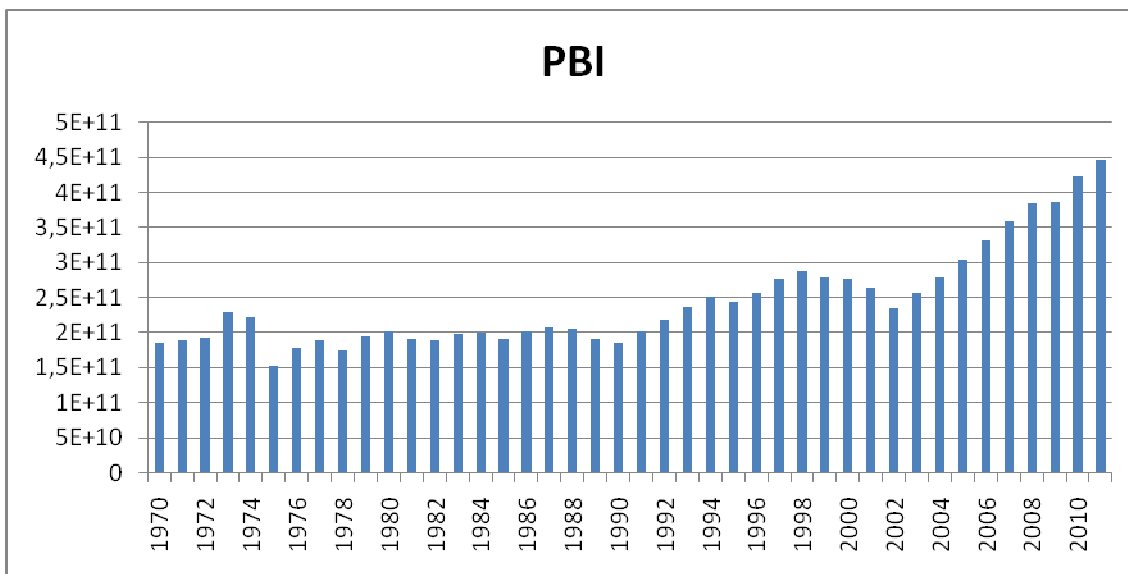
Un posible problema econométrico no considerado en esta versión preliminar, pero cuyo tratamiento se incluirá en la final, es la probabilidad de endogeneidad entre el producto bruto y las variables representativas del stock de capital humano, principalmente –aunque no exclusivamente- en las últimas décadas del período de análisis y con la promulgación de la Ley de Financiamiento Educativo que dispuso que la inversión presupuestaria anual en Educación alcance paulatinamente a 6 puntos porcentuales del producto.

En este sentido, las Figuras 5 y 6 siguientes, y la 1 en la sub sección 3.c, sugieren la posibilidad de endogeneidad de las variables habida cuenta de que la Inversión educativa (Gráfico de barras, Figura 6) replica, especialmente a partir de los 90' la serie del Producto Interno Bruto (Figura 5); de confirmarse el problema, el tratamiento aconsejado es la inclusión de la variable endógena rezagada o la utilización del método de mínimos cuadrados con variables instrumentales para las regresiones respectivas⁴². Se señala sin embargo que se realizó la correspondiente regresión utilizando al capital humano como variable dependiente y al producto bruto como variable independiente y, si bien el coeficiente de éste último tuvo el signo correcto y resultó significativamente diferente de cero, la conclusión de endogeneidad no pudo aceptarse directamente porque se presentó un importante problema de

⁴² Los que no se descarta utilizar en la versión definitiva.

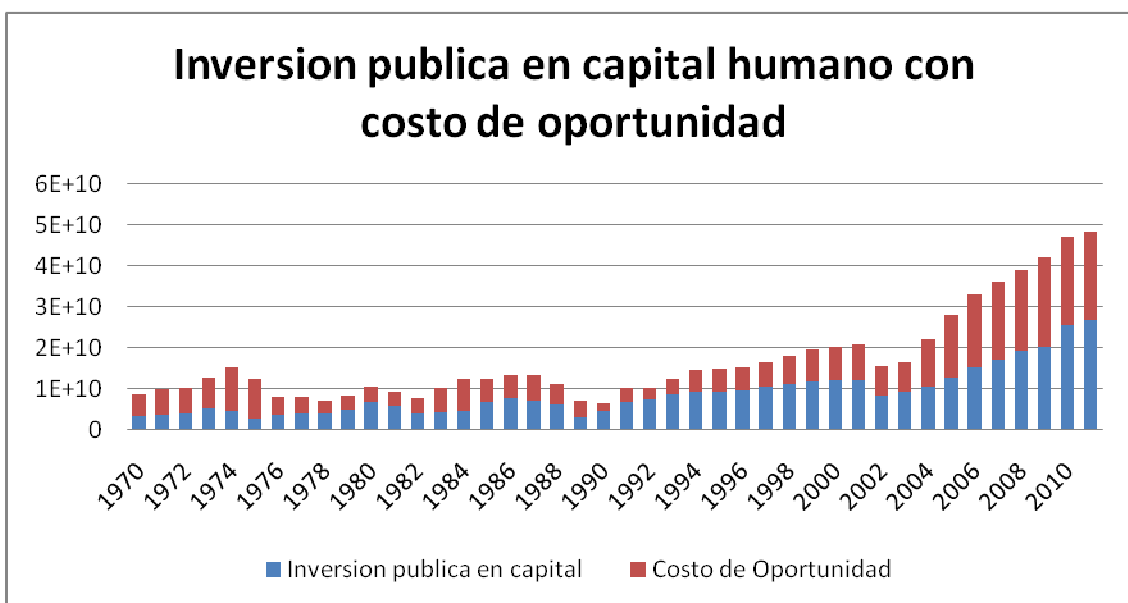
autocorrelación que no se corrigió con los métodos usuales y que ponen –al menos en duda- la validez estadística de los resultados. Por otro lado, el producto bruto se regresionó no contra la inversión del período corriente sino contra los stocks de capital físico y de capital humano, obtenidos a partir de la inversión anual y la de los años anteriores corregidas por la depreciación, lo que en alguna manera debilitó la posibilidad de endogeneidad por utilizar datos del mismo período para las variables dependiente e independientes.

FIGURA 5
ARGENTINA: PRODUCTO INTERNO BRUTO
 (millones de pesos de 1993)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC.

FIGURA 6
ARGENTINA: INVERSION PRESUPUESTARIA ANUAL EN EDUCACION
 (millones de pesos de 1993)



Fuente: Elaboración propia en base a series de Gasto en Educación, MECON.

Finalmente, el análisis de los resultados de la Tabla 3, en la que se relaciona el impacto de las tasas de crecimiento del stock capital físico y humano sobre la tasa de crecimiento del producto bruto⁴³, no solo completa el análisis econométrico presentado en las Tablas 1 y 2 sino que apunta directamente a contestar el interrogante planteado en el título del presente artículo, respecto de sí el aporte del capital humano al producto bruto interno argentino es mito o realidad.

TABLA 3
ARGENTINA: IMPACTO DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL STOCK DE CAPITAL FISICO Y HUMANO⁴⁴ SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO

variable dependiente: TCPBI						
variables independientes	1	2	3	4	5	6
TCK	0.52 (2.74)	0.50 (2.36)				
TCH_E	0.03 (0.14)		0.38 (1.81)			
TCH_E_CO		0.07 (0.30)		0.49 (2.34)		
TC_K_H_E					0.57 (3.45)	
TC_K_H_E_CO						0.59 (3.46)
C	0.01 (0.99)	0.01 (0.88)	0.01 (0.51)	0.00 (0.21)	0.01 (1.04)	0.01 (0.89)
AR(1)	0.20 (1.07)	0.20 (1.09)	0.24 (1.32)	0.27 (1.63)	0.21 (1.16)	0.21 (1.14)
R ²	0.38	0.38	0.21	0.26	0.38	0.38
Durbin-Watson	1.79	1.80	1.74	1.81	1.78	1.81
Estadístico F	5,78	5.82	3.87	5.10	8.92	8.92

En este sentido, si bien las tasas de crecimiento compatibles con la versión AK (columnas 5 y 6) nuevamente reflejan una muy fuerte correlación entre las tasas de crecimiento del Capital Agregado (Físico y Humano) y la del Producto, el pobre impacto de la tasa de crecimiento del capital humano sobre la tasa de crecimiento del producto y el valor de ambos coeficientes, en la versión à la Lucas (columna 2), no solo trae nuevamente a la superficie el rasgo de la sustituibilidad entre ambos tipos de

⁴³ Este procedimiento se basa en la recomendación de Benhabib y Spiegel (1992) que sostuvieron, en relación a la estimación de la función de producción con variables en niveles, si los shocks estocásticos a la función de producción fueran 'random walks', la estimación de los coeficientes usando tasas de crecimiento pueden resolver dichas dificultades.

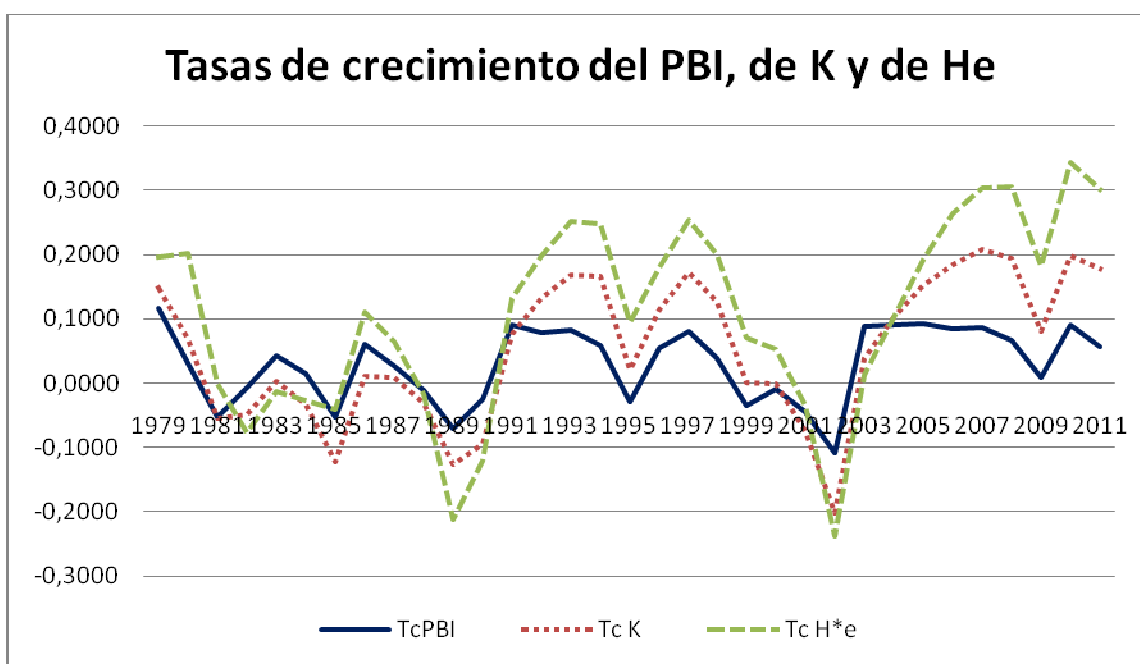
⁴⁴ Tasa de depreciación utilizada para el stock de capital humano, 10% anual.

capital sino un cuestionamiento más serio sobre el verdadero rol que el capital humano (medido como gasto educativo), pero curiosamente también el capital físico, tuvieron y tienen en la Argentina de las últimas décadas.

El interrogante planteado, que se responde a partir de los resultados de las tablas 1 y 2 y principalmente con los de la tabla 3, puede también considerarse a la luz de la evidencia gráfica de la Figura 7, que relaciona las tasas de crecimiento del producto, del capital físico y del capital humano. Al respecto, el primer rasgo que merece ser señalado es la fuerte correlación entre el comportamiento de las tres tasas; sin embargo, esta correlación pierde inmediatamente relevancia al verificarse que, salvo en algunos tramos del período considerado, las tasas de crecimiento del stock de capital físico y del capital humano siempre superaron a las del producto bruto interno, lo que lleva a aseverar que la relaciones incrementales Producto/Capital Físico y Producto/Capital Humano, pero más marcadamente la segunda, fueron generalmente muy bajas en el período considerado. Esta afirmación es además verificable con los resultados estadísticos que muestra la Tabla 4, en particular cuando se comparan las tasas de crecimiento del producto bruto y producto bruto por unidad de trabajo con las respectivas tasas de crecimiento del stock de capital físico y humano total y por unidad de trabajo, en el período 1979-2011.

La baja productividad que los resultados sugieren para la inversión en capital humano aparece como un elemento preocupante si se tiene en cuenta que, como lo indica la parte final de la Tabla 4, la participación del stock de capital humano (solo desembolsos presupuestarios) en el stock de capital agregado pasó del algo más del 8%, en 1978, a más del 19% en 2011.

FIGURA 7
ARGENTINA; TASAS DE CRECIMIENTO DEL PRODUCTO BRUTO INTERNO Y DEL STOCK DE CAPITAL FÍSICO Y HUMANO
(con depreciación del 10% anual y sin costo de oportunidad)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC y de series de Gasto en Educación, MECON.

TABLA 4
ARGENTINA: TASAS DE CRECIMIENTO⁴⁵

Resumen estadístico para Argentina				
Tasas de crecimiento de: (promedio 1979-2011)	Considerando H*e		Considerando H*e+co	
PBI	0,030445361		0,030445361	
K	0,023228714		0,023228714	
H	0,05204026		0,044479008	
(K+H)	0,02685981		0,02825583	
L	0,021765917		0,021765917	
PBI/L	0,008348704		0,008348704	
K/L	0,001748234		0,001748234	
H/L	0,030130578		0,022436003	
(K+H)/L	0,005328439		0,006641739	
H/(K+H)	0,025805009		0,016743471	

H/K+H (para 1978 y 2011)	1978	0,08473781	1978	0,18769555
	2011	0,19162862	2011	0,31649167

El bajo impacto del stock de capital humano sobre el producto bruto sugiere la necesidad de una revisión de las políticas públicas, frente a la evidencia estadística de que la Argentina está realizando un importante esfuerzo presupuestario en inversión educativa que alcanza actualmente a más de seis puntos porcentuales del producto bruto. En este sentido, la información manejada y el análisis realizado en este artículo no permite identificar las razones de la baja productividad del capital humano, aunque es innegable que los resultados obtenidos por organismos y centros dedicados al estudio y análisis del problema, sugieren que la Educación, y más precisamente el proceso educativo argentino (en todos sus niveles) está experimentando un problema muy serio de calidad, eficiencia y efectividad que pone en tela de juicio la razonabilidad de la asignación de los recursos presupuestarios. Baste en este sentido mencionar dos serias investigaciones que mostraron⁴⁶ en primer lugar que no obstante la magnitud de los fondos presupuestarios asignados, la deserción en la escuela secundaria pública argentina, tomando en cuenta los alumnos que ingresaron luego de egresar de sexto grado y los que finalizaron el ciclo, alcanzó al 66% de la cohorte⁴⁷; en segundo lugar, el análisis realizado sobre el sector universitario, año 2010, mostró que mientras Brasil, Chile, España y Portugal contaban respectivamente con 6,2, 8, 6,2 y 5,9 alumnos por cada graduado, las universidades privadas y públicas argentinas contaban con 12 y 19 alumnos respectivamente por cada graduado, sumado al hecho de que solo 25 de cada ingresantes, como promedio de todas las universidades públicas, finalmente se graduaron. El costo de cada graduado universitario reveló otro problema vinculado a la asignación de los recursos educativos ya que, mientras el promedio dio 201.292 pesos por alumno en 2010, los valores extremos fluctuaron desde 76.680 pesos hasta 1.459561 pesos.

⁴⁵ Esta tabla se inspiró en la que Pyo (1995) realizó para Corea del Sur y Estados Unidos.

⁴⁶ Alíeto A. Guadagni, Boletines CEA, Año 1, N° 4, y Año 1, N° 5, 2012, Universidad de Belgrano

⁴⁷ Debe agregarse además el serio problema de la repitencia.

5. CONCLUSIONES

El impacto del capital humano sobre el sendero de crecimiento de largo plazo se evaluó, para la Argentina, mediante dos especificaciones del modelo de crecimiento económico endógeno: el modelo de Uzawa-Lucas de dos sectores y el enfoque AK de capital integrado.

Dado las limitaciones observadas con la utilización de variables 'proxy' para replicar el capital humano, se desarrolló una metodología de cómputo del stock de capital humano basada en el gasto educativo argentino correspondiente a todos los niveles gubernamentales e incorporando además el costo de oportunidad por ingresos no percibidos por los estudiantes y por los gastos de mantenimiento absorbidos por sus familias.

Dado los problemas de correlación espúrea que emergen cuando las variables no son estacionarias se utilizaron, en las ecuaciones de regresión, diferencias de variables logarítmicas con el fin de estimar los respectivos coeficientes. Las estimaciones satisficieron los tests usuales para problemas de autocorrelación y aunque el tratamiento de probable endogeneidad no se realizó en esta etapa, se descarta que ello afecte la solidez de los resultados obtenidos por la forma en que la variable stock de capital se construyó.

En relación al objetivo central del artículo, consistente en verificar si el aporte de la formación de capital humano (gasto educativo) al crecimiento económico del país fue substancial, la evidencia empírica surgida del análisis econométrico indicaría que no, o que su impacto fue solo menor o marginal en el período considerado..

Si bien el desempeño de la versión AK de crecimiento endógeno, en la que el capital total incluyó al stock de capital físico y humano, resultó significativamente superior al del modelo de Uzawa-Lucas de dos sectores, los resultados indicaron en general un débil impacto del stock de capital humano sobre el producto bruto de Argentina. Asimismo, los resultados de las estimaciones econométricas incluyendo las tasas de crecimiento del producto, del capital físico y del capital humano corroboraron el análisis estadístico y gráfico, ya que mostraron una baja relación incremental producto-capital humano.

Las conclusiones precedentes sobre la efectividad del capital humano se dan en el marco de un período en que Argentina incrementó substancialmente la inversión educativa presupuestaria hasta alcanzar los seis puntos porcentuales de su producto bruto, lo que señalaría directamente la existencia de baja calidad y productividad en el gasto educativo y problemas de ineficiencia y poca efectividad en la asignación de los recursos destinados a Educación, Ciencia y Tecnología.

Si bien no fue objetivo del trabajo, ni tampoco la información considerada permitió analizar las causas de una posible baja calidad y productividad del gasto educativo, diversos estudios disponibles aportaron evidencias valiosas que sugieren que el diseño e implementación de las políticas públicas y presupuestarias requieren un urgente replanteo, términos de una relación costo beneficio social de los recursos asignados y si realmente se aspira a que la formación de capital humano efectivamente contribuya a incrementar el crecimiento económico de Argentina.

REFERENCES:

- AGHION, P y P. HOWITT (1998), *“Endogenous Growth Theory”*, MIT Press, Cambridge, MA.
- _____ (1992), “A Model of Growth through Creative Destruction”, *Econometrica*, 60, 2, págs. 323-351.
- ARROW, K. J. (1962), “The Economic Implications of Learning by Doing”, *Review of Economic Studies*, 29, pp. 155-173.
- BENHABIB, J y M. M. SPIEGEL (1992), *“Growth accounting with physical and human capital accumulation”*, C.V. Starr Center Working Paper, nº 91-96, New York University.
- BOLETINES DEL CENTRO DE LA EDUCACION ARGENTINA, UNIVERSIDAD DE BELGRANO.
- ENDERS, W. (1995), *“Applied Econometric Series”*, John Wiley and Sons Inc., USA.
- FRENKEL, J.A. and A. RAZIN (1996), *“Fiscal Policies and Growth in the World Economy”*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- HEIJDR, A. J. and F. van der PLOEG (2002), *“The Foundations of Modern Macroeconomics”*, Oxford University Press, U.K.
- LUCAS, R. E. Jr. (1988), “On the Mechanics of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics*, 22, pp. 3-42.
- MANKIW, N. G., D. ROMER and D. N. WEIL (1992), “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, 107, 2, pp. 407-437.
- PYO, HAK K. (1995), “A Time Series Test of the Endogenous Growth Model with Human Capital”, (en *Growth Theories in Light of the East Asian Experience*, NBER-EA, Vol. 4, I. Takatoshi y A. O. Krueger Eds.), University of Chicago Press.
- REBELO, S. (1991), “Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth”, *Journal of Political Economy*, 99 (3), págs. 500-521.
- REZK, E., MIGNON, M. A. y A. RAMELLO DE LA VEGA (2012), *“Human Capital Formation in Argentina: Contribution to Gross Domestic Product”*, 47º Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Noviembre 2012.
- REZK, E and M. IRACE (2008), *“Efectos de los shocks fiscales y monetarios en Argentina: Un enfoque de cointegración”*, 43º Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política, Córdoba, Noviembre 2008.
- ROMER, P. M. (1990), “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy*, 98, 5-II.
- _____ (1987), “Growth based on Increasing Returns due to Specialization”, *American Economic Review*, 77, 2, págs. 56-62.
- _____ (1986), “Increasing Returns to Long Run Growth”, *Journal of Political Economy*, 94, 5, págs. 1002-1037.
- ROSEN, S. (1976), “A Theory of Life Earnings”, *Journal of Political Economy*, 84, pp. 545 – 567.
- SALA -i- MARTIN, X. (1994), *“Apuntes de Crecimiento Económico”*, Antoni Bosch, Barcelona.
- SCHULTZ, T. W. (1961), “Investment in Human Capital”, *American Economic Review*, 51 (March), pp. 5-6.
- SOLOW, R. M. (1956), “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, 70, Nº 1, pp. 65-94.
- SWAN, T. M. (1956), “Economic Growth and Capital Accumulation”, *Economic Record*, 66, pp. 344-361
- UZAWA, H. (1965), “Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth”, *International Economic Review*, 6, pp. 18-31.

