

Crecimiento económico y trampas de pobreza: ¿cuál es el papel del capital humano?

ELVIO ACCINELLI

JUAN G. BRIDA

SILVIA LONDON*

INTRODUCCIÓN

A pesar de toda su riqueza modelística y su valor intrínseco, la teoría neoclásica no ha sido capaz de explicar persistentes diferencias en las tasas de crecimiento entre países. Además, existe el convencimiento de que el mundo se divide en diferentes clubes, básicamente el de los países ricos y el de los países pobres, cuyas tasas de crecimiento observan enormes diferencias. Por ejemplo, en Ros (2003) se muestra la no existencia de una tendencia a la convergencia ni absoluta ni condicional entre diferentes grupos de países; lejos de ello se observan brechas crecientes entre los ingresos de estos grupos lo que es contrario a lo pronosticado por el modelo de Solow (1956).

Manuscrito recibido en enero de 2007; aceptado en abril de 2007.

* Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco y Universidad Autónoma de San Luis Potosí <elvio@correo.xoc.uam.mx>, Free University of Bolzano <juangabriel.brida@unibz.it> y Universidad Nacional del Sur y Conicet-Argentina <slondon@uns.edu.ar>, respectivamente. Los autores agradecen los valiosos comentarios de dos dictaminadores anónimos a una versión previa del trabajo. Accinelli y Brida desean agradecer la ayuda financiera para la investigación otorgada por la Libre Universidad de Bolzano (proyecto “Dynamical Regimes in Economics: modelling and statistical tools”) y por el Conacyt-México (proyecto número 46209; título: “Modelado Matemático del Cambio en Economía”).

Ciertamente estas discrepancias se plantean con respecto a un modelo muy simplificado. Los países pobres no tienen tal carácter sólo por presentar una tasa de ahorro baja o alto crecimiento demográfico, o por sus bajas tasas de capital por trabajador. Tal resultado también es producto de la forma como el trabajador se relaciona con el capital y la tecnología disponible. La capacidad de adoptar tecnologías avanzadas puede tener un valor preponderante en los resultados del desempeño agregado, y esta capacidad está en relación directa con el desarrollo de las habilidades del capital humano. No atender a la necesidad de este desarrollo puede ser causa de estancamiento en el crecimiento. Ya en el conocido trabajo de Mankiw, Romer y Weil (1992) se señala que el desarrollo del capital humano es el factor clave omitido en la versión simple del modelo de Solow (1956). Otro importante conjunto de representaciones formales surge con los llamados modelos de crecimiento endógeno, en parte contrapuestos a la versión neoclásica, entre los cuales Lucas (1988) constituye un referente obligado. Este autor introduce al capital humano como un factor más de la producción, y encuentra que la tasa de crecimiento está estrechamente relacionada con este factor y externalidades relativas al capital humano promedio. Por otro lado, los modelos de la tradición Nelson-Phelps consideran al capital humano como el factor que facilita la difusión tecnológica (Aghion, Howit, 1999).

De esta forma, mientras los países pobres parecen estar atrapados en círculos viciosos, con tasas de crecimiento cada vez más diferenciadas de las observadas en los países ricos, los modelos clásicos como el de Solow (1956) o Diamond (1965) no suponen tasas de crecimiento con tal tipo de diferencias persistentes. Naturalmente que desiguales condiciones iniciales pueden fundamentar diferencias en las etapas del crecimiento, pero no en las tasas a largo plazo. Tales diferencias podrían verse explicadas por disímiles entornos culturales, religiosos, políticos, institucionales, etcétera, todos factores exógenos en el tratamiento formal convencional. Nuestro interés es el de encontrar fenómenos endógenos que expliquen desigualdades crecientes en el ámbito mundial. La teoría del crecimiento endógeno apunta en esta dirección. Sin embargo, si bien tal modelización puede explicar diferencias internacionales, no se concentra en la explicación de trampas de pobreza en modelos con capital humano.

Cabe destacar que la evidencia empírica muestra que un alto desarrollo del capital humano no es condición suficiente para alcanzar altos niveles de crecimiento pero sí se presenta como una condición necesaria: ningún país ha alcanzado una senda de alto crecimiento económico sin una inversión continua en capital humano. Azariadis y Drazen (1990) observaron, para el período 1960-1980, que ningún país con bajo nivel educativo inicial pudo crecer rápidamente. Posteriormente, en Ros (2003) se señalan como casos paradigmáticos los de un grupo de países latinoamericanos que, habiendo presentado niveles iniciales muy altos de escolarización, no alcanzaron un crecimiento sostenido, o al menos tan alto como el de otros países que partieron de las mismas condiciones iniciales de capital humano. Tal es el caso de Argentina, Uruguay y Panamá, países que tenían ya más de cuatro años de escolarización promedio en 1960 y sólo crecieron 1.5% promedio anual en el período considerado. Similares resultados son encontrados en un estudio de carácter histórico (Mariscal y Sokoloff, 2000).

La diferenciación que se produce en las tasas de crecimiento con otros países cuyos niveles iniciales de escolarización son similares parece deberse más al mantenimiento de una inversión sostenida en capital humano (que acompañe los niveles de crecimiento alcanzados) que a las condiciones iniciales de este capital. Por otra parte, los resultados de ambos análisis sugieren que existe “un umbral, esto es, un nivel crítico relativo al capital humano, necesario para alcanzar el rápido crecimiento” (*op. cit.*, p. 24), si varios autores concentran su atención en problemas inherentes a la medición de la variable capital humano. En particular, (Krueger y Lindahal, 2001) analizan la literatura empírica sobre educación y crecimiento, concluyendo en parte que la medición de esta variable como una condición inicial conlleva fuertes errores econométricos.

Por otro lado, en el trabajo de Benhabib y Spiegel (2005) en que se estima el efecto de la difusión tecnológica sobre el crecimiento en países en desarrollo, se encuentra que 22 de los 27 países analizados carecen de niveles críticos de capital humano para alcanzar un crecimiento rápido en la productividad total de factores. Nuevamente se destaca la importancia del capital humano, en este caso en un trabajo que continúa la tradición de

los modelos de crecimiento de Nelson-Phelps, cuyo principal corolario es que un mayor *stock* de capital humano permite a los países en desarrollo absorber con mayor facilidad las nuevas ideas y productos que han sido descubiertos en los países más avanzados (Elías, 2003).

¿Qué papel juegan las habituales recomendaciones de austeridad a los países pobres en este contexto? Como veremos, las políticas de ahorro no permiten evitar la trampa de pobreza, es decir la permanencia en sendas de crecimiento lento. Por otra parte como es bien sabido (regla de Keynes-Ramsey), a lo largo de la senda óptima pequeñas modificaciones en el consumo que impliquen un ahorro hoy para una mejora en el futuro no conllevan aumento de bienestar social, por otra parte los rendimientos decrecientes a escala del capital hacen que cualquier posible aumento en el crecimiento en el corto plazo, obtenido por alguna política de ahorro e inversión desaparezca en el largo plazo (Blanchard y Fischer, 1989).

Otra recomendación habitual de política para evitar los equilibrios a bajo nivel de ingreso es la imposición de una política que asegure una afluencia importante de capital como base para iniciar el rápido crecimiento. Esta recomendación es impensable en países pobres: si tuvieran el capital suficiente para el *big-push* con seguridad no serían países pobres, y aun consiguiendo el capital suficiente no está claro que la tecnología utilizada, los costos de transacciones y el desarrollo del capital humano sean los requeridos para utilizar este capital en forma adecuada (World Bank, 1999). Las posibilidades de utilizar la nueva tecnología, así como las de elevar la productividad del trabajo, están positivamente correlacionadas con el nivel inicial de educación, como se destaca en los trabajos de Hoff y Stiglitz (2001) y en la literatura anteriormente citada.

En función a los estudios empíricos mencionados, intentaremos mostrar aquí, dentro del marco de la teoría neoclásica, la existencia de posibles múltiples equilibrios (estados estacionarios) originados en particularidades tecnológicas y la posibilidad de evitar equilibrios que impliquen un crecimiento lento mediante la inversión en capital humano. Nuestro argumento es que la imposibilidad de los países pobres de aprovechar la tecnología avanzada, por la no inversión sistemática en el desarrollo del capital humano,

es lo que les impide salir de las trampas de pobreza. La existencia de tales trampas o equilibrios a bajos niveles de ingreso son las causantes de la dispersión de las tasas de crecimiento entre distintos países. No obstante mostraremos que estas trampas (*ex ante*) no son insuperables. Para este fin, en un primer modelo suponemos, siguiendo la literatura neoclásica, que la fuente de crecimiento es el capital físico, sometido a diferentes tipos de rendimiento según el estado de desarrollo en que nos situemos. Veremos que en este modelo aparecen trampas de pobreza.

Nuestro segundo modelo mostrará que una inversión sostenida en capital humano permite evitar la trampa de pobreza, en la medida que dicho capital potencia la productividad del capital físico, a partir de determinados valores umbrales de uno y otro. Tal como se señaló líneas arriba, la educación es una condición necesaria pero no suficiente para alcanzar altas tasas de crecimiento. Llegado el momento en que el capital físico alcanza un determinado valor umbral éste se hará productivo sí y sólo sí la acumulación de capital humano alcanza un determinado valor prefijado, caso contrario, aparecerán trampas de pobreza. Alcanzar o no este valor umbral dependerá de la elección realizada en el pasado por el planificador central o el agente representativo de una sociedad, quien elegirá entre inversión en desarrollo del capital humano o consumo inmediato. La principal innovación en este tipo de representación se sitúa en la consideración del capital humano y en el marco formal adoptado: por un lado, se mantiene el esquema neoclásico pero variando sensiblemente la función de producción, Por otro lado, mientras que para los autores que siguen los trabajos de Lucas (1988) el capital humano es una variable más en la función de producción, y los que siguen la tradición de Nelson-Phelps (1966) consideran a la educación como el vehículo para que se materialicen las investigaciones en tecnología, en este trabajo el capital humano y la educación juegan ambos roles, los cuales se visualizan a partir de la complementariedad capital físico/capital humano y la existencia de los mencionados valores umbrales para ambos.

Nuestro trabajo se estructurará de la siguiente manera: luego de la introducción, el apartado siguiente presenta sucintamente el modelo neoclásico de Solow. Posteriormente, en el apartado tres, se plantean dos sencillos

modelos: el primero con trampas de pobreza, en un modelo de acumulación de capital físico, en el que se consideran distintas etapas productivas de un sistema económico; el segundo es un modelo general con la incorporación de capital humano al esquema formal. En cuarto lugar centraremos nuestra atención en aquellos casos en los que se manifiestan trampas de pobreza en un modelo con capital físico y humano, y las posibilidades de evitar tal situación. Por último se presentan algunas conclusiones.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL MODELO CLÁSICO

En el modelo clásico se supone que los agentes de la economía maximizan una función de utilidad de la forma:

$$U(0) = \int_0^{\infty} e^{\rho t} u(c_t) L_t dt$$

donde, generalmente, se representa la función (de utilidad instantánea) en el integrando

$$u(c_t) = \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta}$$

siendo ρ una constante que representa la tasa de descuento, c_t el consumo en el momento t , L_t el tamaño de la población en el momento t , que crece exponencialmente a una tasa n , y θ una constante que representa las preferencias por el tipo de consumo.

La evolución del capital per cápita está gobernada por la ecuación

$$\dot{k} = f(k_t) - c_t - (\delta + n)k_t \quad [1]$$

siendo k_t el capital per cápita y δ la depreciación del capital (la que suponemos constante a lo largo del tiempo). La función f es la tecnología del modelo, idónea y cumpliendo las condiciones de Inada. Representaremos por la tasa de ahorro instantánea, por lo que: $c_t = (1 - s_t) f(k_t)$.

A partir de las condiciones de primer orden correspondientes al método de Pontriaguin, siendo H la función hamiltoniana y γ el correspondiente multiplicador asociado a la evolución del capital, obtenemos las ecuaciones:

$$H_c(t) = e^{-(\rho+n)t} u'(c_t) - \gamma_t = 0 \quad [2]$$

$$H_k(t) = -\dot{\gamma} = \gamma(f'(k_t) - n - \delta) = 0 \quad [3]$$

A partir de [2] y [3] se sigue que:

$$\dot{c}_t = \frac{u'(c_t)}{u''(c_t)} (f'(k_t) - \delta - \rho) \quad [4]$$

En estas condiciones la tasa de crecimiento del estado estacionario para el sistema formado por [1] y [4] corresponde a $\dot{c} = \dot{k} = 0$. Esto es, en el estado estacionario deben cumplirse las identidades:

$$f'(k_t) = \rho + \delta \quad [5]$$

$$f(k_t) = c_t + (\delta + n)k_t \quad [6]$$

De esta manera la ecuación [6] da lugar a la siguiente igualdad:

$$f(k_t) = \frac{(\delta + n)k_t}{s_t} \quad [7]$$

con $0 < s < 1$.

En las condiciones habituales (neoclásicas) en las que el capital presenta retornos decrecientes a escala, esta solución corresponde a un único estado estacionario, cuyo nivel puede modificarse según la tasa de ahorro: una mayor tasa de ahorro trae aparejado un mayor nivel de capital per cápita. Esta política, que implica un menor consumo en el presente, sólo sería aceptable si los agentes de la economía estuvieran dispuestos a aceptar reducir su consumo

hoy a cambio de una mejora en el futuro. Tal situación parece impensable en los países en desarrollo: mientras que el bajo nivel de ingresos provoca que las tasas de ahorro sean exiguas, una política de reducción del consumo actual implicaría llevar a los niveles de consumo por debajo de sus niveles de supervivencia.

Por otra parte, y como discutiremos en el apartado siguiente, la elevación de la tasa de ahorro no es suficiente para alcanzar un estado estacionario más alto en un modelo con trampas de pobreza. Lejos de esto la división entre países subdesarrollados y desarrollados se seguirá manteniendo. Esto significa que si un país se encuentra en un estadio de bajo crecimiento, no podrá salir de este estadio mediante una política que implique simplemente reducir el consumo a cambio de inversión.

TRAMPAS DE POBREZA

En esta sección mostraremos que una pequeña modificación en la función de producción es suficiente para introducir trampas de pobreza. El caso presentado es particular, y simplemente a los efectos de ilustrar lo sostenido en este trabajo.

Un modelo con trampas de pobreza

La idea central es que a diversas etapas (o estadios) de desarrollo de un país corresponden características específicas en la tecnología. Así por ejemplo, una primera etapa de desarrollo agraria corresponde a un capital con rendimientos fuertemente decrecientes a escala. Una segunda etapa pre-industrial, caracterizada por la construcción de carreteras, puentes, comunicaciones, infraestructura en general, representa una etapa de rendimientos crecientes a escala. Finalmente, una vez obtenida la industrialización aparece nuevamente una etapa de rendimientos decrecientes a escala. Esta división en etapas no es exclusiva de este modelo. Por otra parte es generalmente aceptado que la función de producción no se comporta igualmente respecto a sus retornos crecientes, constantes o decrecientes a escala en todo momento.

Corresponde a un primer momento del desarrollo de una tecnología la existencia de rendimientos crecientes a escala, llegado cierto punto en el crecimiento del producto, el capital pasa a ser de retornos decrecientes a escala. Es este mismo esquema el que se supone aquí para el desarrollo tecnológico de los países. La referencia a las etapas agrícola e industrial, precisamente pretende ilustrar la forma de crecimiento de los países en la medida en que la tecnología, cada vez más desarrollada, aumenta el producto per cápita posible. Se supone una historia similar por parte de todos los países desde sus etapas más tempranas. Historia que puede bifurcar en algún momento, según veremos en el apartado siguiente. La elección particular de la función de producción que se hará a continuación es simplemente a efectos ilustrativos, y su valor está en que representa en sus rasgos generales el desarrollo histórico aquí supuesto; en definitiva, tiene el mismo valor que la tecnología Cobb-Douglas cuando se pretende representar con ella el comportamiento de la producción en los modelos clásicos.

Supongamos que dicha tecnología puede representarse por la siguiente función:

$$f'(t) = \begin{cases} \frac{1}{2} k^{\frac{1}{2}} & \dots\dots\dots 0 \leq k \leq 1/3 \\ \frac{3}{2} k^{\frac{3}{2}} & \dots\dots\dots 1/3 \leq k \leq 2/3 \\ k^{\frac{1}{2}} & \dots\dots\dots 2/3 \leq k \end{cases}$$

Que corresponde con las representaciones tradicionales de la teoría económica. Consecuentemente tenemos que:

$$f'(t) = \begin{cases} \frac{1}{2} k^{\frac{1}{2}} & \dots\dots\dots 0 \leq k \leq 1/3 \\ \frac{3}{2} k^{\frac{3}{2}} & \dots\dots\dots 1/3 \leq k \leq 2/3 \\ k^{\frac{1}{2}} & \dots\dots\dots 2/3 \leq k \end{cases}$$

$$\text{donde } \gamma = -2 \frac{2^{\frac{3}{2}}}{3} + \frac{2}{\sqrt{27}}.$$

La etapa agrícola corresponde a $k \leq 1/3$, luego comienza la etapa de industrialización con rendimientos crecientes y finalmente para $k \geq 2/3$ una vez que la infraestructura es utilizada a plena capacidad y la economía entra en una nueva fase de rendimientos decrecientes.

Si introducimos esta función de tecnología en las ecuaciones [5] y [6] y suponemos que:

$$\frac{\sqrt{3}}{2}s < \rho + \gamma < \sqrt{3}s,$$

obtenemos tres estados estacionarios, dos de comportamiento clásico (puntos de silla, con su correspondiente camino de ensilladura) separados por uno inestable (repulsor). Es decir encontramos tres valores constantes para el capital, $k_1 \leq k_2 \leq k_3$ y el consumo $c_1 \leq c_2 \leq c_3$ que resuelven respectivamente el sistema: $\dot{k} = 0$ y $\dot{c} = 0$.

El primero y el tercero son puntos de silla, el bajo (k_1, c_1) corresponde a la etapa agrícola, mientras que el alto (k_3, c_3) corresponde a un país desarrollado. El primer país sólo puede acceder al estado alto una vez ubicado en el camino de ensilladura. El problema es encontrar la forma de pasar de una situación en la que la mejor posibilidad es la de encontrarse en un camino de crecimiento lento, a otra en la que sea posible ubicarse en el camino que lleve del estadio bajo al alto. Un aumento en el ahorro como mecanismo para pasar a etapas de crecimiento superiores no evita la trampa de pobreza, pues seguirán existiendo tres puntos de corte con la recta $(\delta + n)k$, por lo tanto tres equilibrios.

Dado que k_2 se corresponde a un estado estacionario no estable, recién una vez pasado este estadio umbral el país en cuestión podrá alcanzar el estadio alto. Para sobrepasar este umbral se requiere de una cantidad tal de capital que, en caso de que el país bajo análisis pudiera disponer, no se trataría de un caso de subdesarrollo: nos encontraríamos en presencia de un sistema

en depresión, pero lo suficientemente desarrollado como para disponer del monto necesario de capital (propio o por endeudamiento) para realizar el *big-push*. Tendremos entonces que plantear una estrategia razonable para salir de la trampa de bajos niveles de ingresos para aquellos países pobres cuyas posibilidades se encuentran más restringidas.

En la siguiente sección mostraremos cómo el crecimiento del capital humano puede transformarse en un factor fundamental para evitar la trampa de pobreza, amenaza latente para toda economía en desarrollo. Teniendo en cuenta la observación hecha en Azariadis y Drazen (1990), Ros (2003) y Benhabib y Spiegel (2005) acerca de que ningún país con bajas tasas de inversión en capital humano ha conseguido altas tasas de crecimiento, centraremos nuestra atención en la inversión en capital humano, lo cual puede ayudar también a hacer menos desiguales las dotaciones iniciales de los miembros de la sociedad.

Un modelo con capital humano

En esta sección introduciremos el capital humano en un modelo de crecimiento cuya formalización incorpora algunos de los elementos presentes en Lucas (1988), manteniendo el marco neoclásico de análisis, y mostraremos que el crecimiento en forma sostenida del capital humano es suficiente para evitar una trampa de pobreza. Asumimos que la capacidad productiva de los individuos aumenta con su educación, no sólo por la incorporación de habilidades y capacidades para el trabajo, sino también por el impacto sobre la salud y alimentación, que incrementa la productividad laboral. Por otro lado, y tal como se señaló líneas arriba, la inversión en capital humano permite la difusión tecnológica. Este último punto es clave para los países en desarrollo, tomadores más que generadores de tecnología. El éxito del avance técnico adoptado dependerá de la habilidad del factor trabajo para su implementación.

Formalmente, en Uzawa (1965) y Lucas (1988) se presentan las ideas básicas que permiten introducir el capital humano como potenciador del capital y como factor de su propia reproducción y crecimiento. Represen-

temos por $h(t)$ las habilidades y capacidades promedio de la población. Al igual que en Lucas, parte del tiempo estas habilidades son destinadas a la producción de bienes materiales, mientras el resto se destina a su propio cultivo y desarrollo. Así, $h_y(t) = u(t)h(t)$ representa la parte de las habilidades potenciales destinadas a la producción en el instante t mientras que $h_H(t) = (1 - u(t))h(t)$ representa la parte de estas mismas habilidades destinadas a su creación y desarrollo mediante un proceso educativo.

Sean $H(t) = h(t)L(t)$ y $K(t) = k(t)L(t)$ el capital humano (habilidades) disponible por la sociedad y el capital total en el momento t , respectivamente. Supongamos que una parte de la riqueza producida es destinada a la inversión en capital fijo, otra parte se dedica al desarrollo del capital humano y el resto al consumo. Asumimos que el producto per cápita es función de la habilidad promedio del capital humano y del capital fijo per cápita, en la forma siguiente: $y = f(k)g(h)$.

Las ecuaciones que rigen la evolución de las variables de estado serán las siguientes:

$$\dot{k} = A f(k)g(uh) - (\delta_K + n)k \quad [8]$$

$$\dot{h} = B f(k)g(uh) - (\delta_H + n)h \quad [9]$$

Donde $A = (1 - s - p)$, $B = (1 - r - p)$, con s , r y p como los porcentajes del producto destinados a la inversión en capital fijo, capital humano y consumo, respectivamente. A y B son en principio variables, la función g representa la productividad del capital humano en la creación de bienes de capital, mientras que δ_H representa la depreciación del capital humano, olvido de conocimientos adquiridos, obsolescencia de los mismos, etcétera.

Los agentes maximizarán su función de utilidad con respecto al consumo c y a la fracción u que dedicarán a la producción de bienes de capital humano. Tendremos, además, dos ecuaciones de estado: [8] y [9]. El método para obtener la solución sigue siendo el de Pontriaguin, esta vez con dos variables de estado, k y h , y los consecuentes dos multiplicadores μ y ν asociados a tales restricciones. Para simplificar el álgebra podemos considerar que $\delta_H = \delta_K = \delta$.

Nos interesa destacar que, luego de plantear las ecuaciones de primer orden y las correspondientes ecuaciones canónicas obtendremos, haciendo un poco de álgebra:

$$\gamma_c = \frac{\dot{c}}{c} = \frac{u_{cc}}{u_c} [Af'(k)g(uh) + Buf'(k)g'(uh) - 2(\delta + \rho)] \quad [10]$$

En el estado estacionario el valor de u será constante. Una tasa de crecimiento de estado estacionario supone que la siguiente identidad se verifica:

$$(Af'(k)g(uh) + Buf'(k)g'(uh) = 2(\delta + \rho) \quad [11]$$

A partir de las ecuaciones [8] y [9] llegamos a la conclusión de que en estado estacionario debe verificarse que:

$$\bar{k} = \frac{A}{B} \bar{h}$$

Supongamos, a los efectos de simplificar, que $g(uh) = (uh)^\alpha$. Sustituyendo en [8] obtenemos que en cada estado estacionario debe comprobarse:

$$Af(\bar{k})(u\bar{h})^\alpha = (\delta + n)\bar{k} \quad [12]$$

Por lo que el capital \bar{k} en el estado estacionario debe verificar:

$$f(\bar{k}) = \frac{(\delta + n)\bar{k}}{A(u\bar{h})^\alpha} \quad [13]$$

Como en estado estacionario $\bar{h} = \frac{B}{A} \bar{k}$, sustituyendo en [13] obtenemos:

$$f(\bar{k}) = \frac{\delta + n}{A^{1-\alpha} B^\alpha u^\alpha} \bar{k}^{1-\alpha}$$

Manteniendo la misma función para el capital fijo, encontramos ahora un único nuevo estado estacionario. Desaparece entonces la distinción entre estadios estacionarios bajos y altos. Es decir el aumento de la productividad basado en el desarrollo del capital humano hace que alcanzar el umbral para pasar al estado alto requiera una cantidad menor de capital fijo. De esta manera países con un desempeño pobre de capital humano precisarán de una cantidad mayor de capital fijo (quizás en cantidades inalcanzables para el país en cuestión) para obtener estados estacionarios altos de crecimiento.

INVERSIÓN EN CAPITAL HUMANO:

¿SUPERACIÓN DE LA TRAMPA DE POBREZA?

En esta sección mostraremos como, en definitiva, la posibilidad de evitar la trampa de pobreza, o caer en ellas depende de la elección que los países hagan entre consumo alto o inversión alta en capital humano, en el momento en que el capital físico haya llegado al umbral a partir del cual su productividad depende en alto grado de las habilidades de los trabajadores. Es este el punto a partir del cual la historia bifurca. El camino siguiente dependerá ya no sólo de la tecnología disponible, en principio la misma para todos los países, sino de la elección de políticas que el planificador haya realizado anteriormente, en definitiva la historia ahora dependerá de la elección anterior que el país haya hecho sobre cómo utilizar la riqueza obtenida en la etapa anterior al momento umbral. Esta elección es resultado de las funciones de utilidad, o si se quiere, de lo que el planificador central entienda como fundamental para sus intereses, que en este caso entendemos coinciden con los intereses del país en cuestión.

Es importante destacar que las trampas de pobreza son inherentes al modelo. La tecnología presenta la posibilidad de bifurcar a partir de ciertos valores umbrales de capital físico y capital humano. Si no se alcanzan dichos valores el sistema evoluciona hacia el equilibrio de bajo nivel, superados los umbrales se vislumbra un horizonte con un único estado estacionario alto. La posibilidad de que, alcanzado el valor umbral para el capital físico, se alcance el valor umbral del capital humano, dependerá de la historia

de ahorro y consumo del sistema en cuestión. Idénticas tecnologías, con idénticos valores de capital físico, dan lugar a trayectorias diferentes si el capital humano no es el adecuado. Este es el punto que deseamos destacar en las próximas líneas.

Consideremos una economía cerrada tal que en cada momento t tiene $L(t)$ agentes racionales idénticos. La tasa de crecimiento poblacional es exógena e igual a la constante $n > 0$, de modo que $\dot{L}(t) = nL(t)$. En la economía hay dos tipos de bienes diferentes, uno es un bien de consumo inmediato (de subsistencia) y el otro será llamado consumo en educación o en desarrollo de capital humano, que representa lo que los agentes consumen para desarrollar sus habilidades. Las unidades consumidas del primer bien en el momento t se representarán por $c(t)$, mientras que por $h(t)$ representaremos las unidades consumidas para el desarrollo del capital humano. Si bien un consumo básico del bien de subsistencia c_0 es necesario para que la economía pueda reproducirse, a efectos de simplificar el análisis supondremos que $c_0 = 0$.

Cuánto de la producción total será destinada a uno u otro tipo de consumo es una decisión propia del sistema, ya sea por la representación de sus agentes económicos o por la imposición de un planificador central. Es, en definitiva, el resultado de procesos de maximización de las funciones de utilidad.

Así, las preferencias de los agentes se representan por:

$$\int_0^{\infty} e^{-\rho t} [ac^{\theta}(t) + bh^{1-\theta}(t)] L(t) dt \quad [14]$$

Donde $0 < \rho < 1$ es la tasa de descuento intertemporal, $0 < \theta < 1$, a y b son constantes positivas.

La producción per cápita del único bien está dividida en consumo $c(t)$, incremento de las actividades laborales $h(t)$ y acumulación de capital $k(t)$. Si $k(t)$ es el inventario per cápita y $\dot{k}(t)$ su tasa de cambio, entonces el producto total per cápita es $y(t) = c(t) + h(t) + (\delta + n)k(t) + \dot{k}(t)$, donde $0 < \delta < 1$ es la tasa de depreciación del capital.

En el modelo la función de tecnología en forma intensiva, $f(k, h)$, está definida como:

$$f(k, h) = \hat{f}(k)g(h)$$

Donde $\hat{f}(k)$ y $g(h)$ verifican:

1. $\hat{f}(k) = 0$
2. La derivada $\hat{f}'(k) > 0, \forall k > 0$
3. $\lim_{k \rightarrow 0} \hat{f}'(k) = \infty$ y $\lim_{k \rightarrow \infty} \hat{f}'(k) = 0$
4. Además $\hat{f}(k)$ presenta rendimientos decrecientes a escala en una etapa inicial de crecimiento del capital físico, $k \in [0, k_1]$ y en una etapa final, a partir de cierto $k = k_2$, análogamente a lo exhibido en el modelo del apartado 3. En una etapa intermedia durante la cual $k \in [k_1, k_2]$ presenta rendimientos crecientes. Por tanto, la derivada segunda de $\hat{f}(k)$ verifica:

$$\hat{f}''(k) = \begin{cases} < 0, & \text{si } k \leq k_1, \text{ o } k \geq k_2 \\ > 0, & \text{si } k_1 < k < k_2 \end{cases}$$

5. $g'(h) \geq 0, \forall h \geq 0$
6. $g(h_0) \geq 1$
7. $g(h) = 1$ si $0 \leq h \leq h_0$ o $0 < k \leq k_0$

Donde k_0 y h_0 representen respectivamente valores umbrales para el capital físico y el humano, a partir de los cuales el incremento de la productividad del capital depende fuertemente de las habilidades de los trabajadores, y el grado h_0 del desarrollo del capital humano a partir del cual éste es productivo acorde al capital físico. En otras palabras, se supone que un trabajador escasamente habilitado no conseguirá operar con éxito una tecnología compleja, mientras que la no existencia de tal tipo de tecnología torna inoperante o innecesario un capital humano altamente calificado.

Asumimos que la acumulación de capital depende de los niveles de capital físico y humano, de acuerdo con la ecuación diferencial:

$$\dot{k}(t) = f(k(t), h(t)) - (\delta + n)k(t) - c(t) - h(t) \quad [15]$$

El problema de asignación de recursos se remite entonces a hallar las trayectorias temporales óptimas $c(t)$ y $h(t)$ del consumo per cápita y del desarrollo per cápita de las habilidades laborales. Dadas las trayectorias anteriormente elegidas y el capital inicial $k(0)$ la trayectoria del capital $k(t)$ quedará determinada a partir de la ecuación [15].

Las trayectorias óptimas para $c(t)$, $h(t)$ y $k(t)$ son aquellas que resuelven el problema de maximizar la función de utilidad [14], restringida a la ecuación diferencial [15]. Llamaremos estado estacionario a una solución del problema de maximización anteriormente referido, tal que $c(t)$, $h(t)$ y $k(t)$ son constantes.

El hamiltoniano para el problema de optimización restringido a que se enfrentan los agentes de la economía está dado por:

$$H(k, h, c, \eta) = [ac^\theta + bh^{1-\theta}] + \eta[f(k, h) - (\delta + n)k - c - k] \quad [16]$$

En este modelo hay dos variables de control, c y h , y una variable de estado, k . Las condiciones de primer orden son:

$$\begin{aligned} H_c &= a\theta c^{\theta-1} - \eta \\ H_h &= b(1 - \theta h^{-\theta}) - \eta \left[1 - \frac{\partial f(k, h)}{\partial h} \right] = 0 \\ \dot{\eta} &= -\frac{\partial H}{\partial k} = -\eta \left[\frac{\partial f(k, h)}{\partial k} - (\delta + n) - 1 \right] \end{aligned} \quad [17]$$

Nótese que $\frac{\partial f(k, h)}{\partial h} = \hat{f}(k) g'(h)$ y que $\frac{\partial f(k, h)}{\partial k} = \hat{f}'(k) g(h)$.

Supongamos que $k(0) < k_0$, por lo tanto cierto intervalo inicial $[0, t_0]$ será $k(t) < k_0, \forall t \in [0, t_0]$. Para t , en dicho intervalo, $f(k, h) = \hat{f}(k)$, por lo tanto las condiciones de primer orden [17] en $t \in [0, t_0]$ serán:

$$a\theta c^{\theta-1} - \eta = 0$$

$$b(1 - \theta h^{-\theta}) - \eta = 0 \quad [18]$$

$$\dot{\eta} = -\eta \left[\frac{1}{2} k^{\frac{1}{2}} - (\delta + n) - 1 \right]$$

Derivando con respecto a t en las ecuaciones anteriores y con un poco de álgebra llegamos a las identidades:

$$\dot{c} = -\frac{c}{\theta - 1} \left[\frac{1}{2} k^{\frac{1}{2}} - (\delta + n) \right] \quad [19]$$

$$\dot{h} = -\frac{h}{\theta} \left[\frac{1}{2} k^{\frac{1}{2}} - (\delta + n) \right] \quad [20]$$

$$(\theta - 1) \frac{\dot{c}}{c} = -\frac{\dot{h}}{h}$$

A lo largo de la trayectoria óptima el consumo del bien de subsistencia tomará los valores:

$$c = c_0 \exp \left\{ \frac{1}{\theta - 1} \int_0^t \left[\frac{1}{2} k_{\tau}^{\frac{1}{2}} - (\delta + n) \right] dt \right\}$$

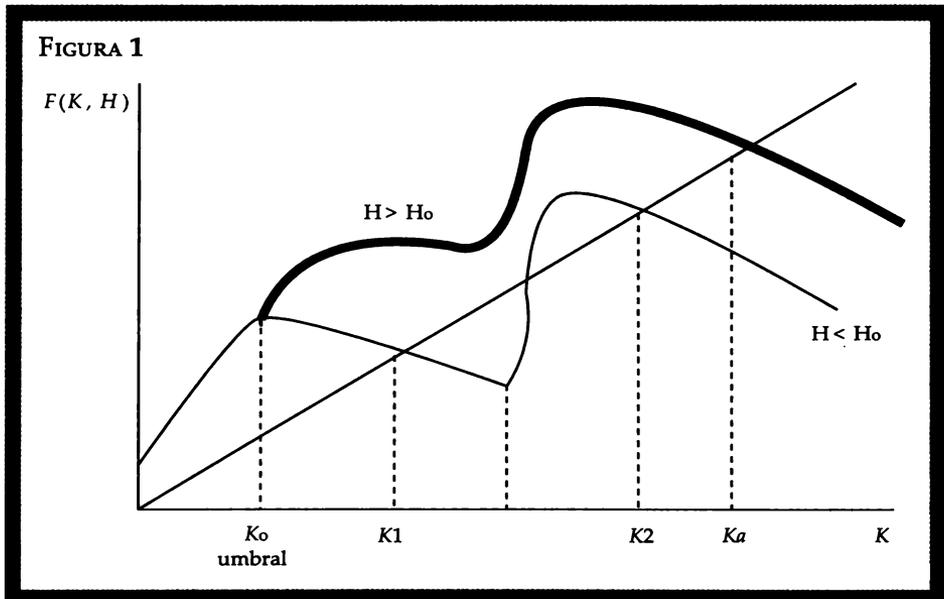
Supongamos ahora que para $t = T$ el capital físico alcanza el valor k_0 , es decir $k(T) = k_0$. Si en este momento el capital humano alcanza el valor h_0 la tecnología tomará la forma $f(k, h) = \hat{f}(k)g(h)$ viéndose entonces la

productividad potenciada por el capital humano. Para que ello sea posible se requiere que:

$$c(T) \leq (h_0)^{\frac{\theta}{\theta-1}}$$

Es decir, sólo cuando la función de utilidad tenga un valor del parámetro θ suficientemente bajo la elección óptima del consumo productivo tendrá un valor suficientemente bajo como para que la inversión en capital humano supere el umbral prefijado en el momento t_0 en el que el capital físico alcanzó el valor k_0 . Si esto es así, la trayectoria óptima para c , h y k se obtendrá a partir de t_0 de la ecuación [17], donde deberá considerarse $f(k, h) = \hat{f}(k)g(h)$, siendo a partir de entonces $g(h) > 1$. Una vez transpuesto este umbral el modelo se comporta como el de Lucas (1988), y de esta forma el capital humano pasó a transformarse en un factor productivo que permitió sortear la trampa de pobreza y alcanzar una trayectoria de crecimiento sostenido.

La siguiente figura ilustra la idea principal del sistema propuesto:



La figura muestra cómo la función de producción bifurca a partir del punto K_0 , en el que el capital físico alcanza su valor umbral. A partir de allí la economía puede seguir dos senderos: el del alto crecimiento, en el que no ocurren trampas de pobreza, el cual se produce cuando el sistema tiene un valor de capital humano superior al umbral, $H > H_0$, o el de menor crecimiento (y con posibilidad de caer en trampas de pobreza), cuando el valor de capital humano no supera el umbral, $H < H_0$.

CONCLUSIONES

La principal conclusión a la que arribamos es que la inversión sostenida en capital humano es, en el marco formal propuesto, una opción válida para evitar las trampas de pobreza. Un grado umbral de desarrollo del capital humano es necesario para potenciar el capital físico, una vez que este alcanzó un desarrollo importante. La sola acumulación de capital físico sin un correspondiente desarrollo del capital humano no es suficiente para que un país pueda sortear las trampas de pobreza.

Los resultados parecen apuntar en el sentido de que la inversión en educación y sanidad debe ser permanente y acompañar al crecimiento en todos sus momentos. La respuesta a quienes proponen esperar para las inversiones socialmente importantes hasta que el país sea más rico puede revertirse fácilmente (véanse propuestas de Sen, 1999). En todo caso basta considerar el ejemplo del Japón como país pionero en el desarrollo de oportunidades sociales, en especial educación, y la relación de estas inversiones en capital humano con los períodos de crecimiento del país. Las inversiones más importantes en el citado país en la creación de oportunidades sociales se observan principalmente en los primeros tiempos de la era Meiji, de 1868 en adelante (Sen, 1999). La necesidad de capital fijo, fundamental para alcanzar estados altos de crecimiento, disminuye en la medida que el capital humano se hace más productivo. Entonces tiene sentido hablar de una convergencia global a un estado estacionario alto, sí y sólo sí los países mantienen una inversión constante y sostenida en el desarrollo del capital humano y esta decisión es tomada con suficiente antelación, la respuesta

del sistema no parece ser inmediata. En otro caso los países en desarrollo están destinados a permanecer en un estado de desempeño pobre del que no pueden sacarlos ninguna política global que promulgue la austeridad, a excepción de aquellas en las que el incremento en el ahorro se encuentre destinado a la financiación de acumulación de capital humano. Básicamente nuestro modelo explica, al menos parcialmente, por qué pueden apreciarse en la etapa actual del desarrollo económico, clubes diferentes de países con desarrollo desigual, en este sentido es un aporte al modelo clásico. En principio no se da una respuesta al problema de cómo evitar las trampas de pobreza. Una vez que las decisiones estuvieron tomadas a favor de un consumo inmediato y en detrimento de la acumulación de capital humano, el camino parece inexorable. No obstante, la inversión sostenida en capital humano, acompañada de la cuidadosa incorporación de la tecnología existente, parece ser, al menos, una respuesta esperanzadora para salir del camino de bajo desarrollo en un futuro no lejano, es decir la posibilidad de que se abra una nueva bifurcación está latente.

REFERENCIAS

- Azariadis, C. y A. Drazen, "Threshold Externalities in Economic Development", *Quarterly Journal of Economics*, Cambridge, Massachusetts, The Massachusetts Institute of Technology Press, núm.105, 1990, pp. 501-526.
- Aghion, P. y P. Howitt, *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, Massachusetts, The Massachusetts Institute of Technology Press, 1999.
- Benhabib, J. y M. Spiegel, "Human Capital and Technology Diffusion", en P. Aghion y Durlauf (eds.), *Handbook of Economic Growth*, España, Elsevier, 2005.
- Blanchard, O.J. y S. Fischer, *Lectures on Macroeconomics*, Cambridge, Massachusetts, The Massachusetts Institute of Technology Press, 1989.
- Diamond P., "National Debt in a Neoclassical Growth Model", *American Economic Review*, vol. LV, Estados Unidos, American Economic Association Publications, 1965, pp. 1026-1050.
- Elias, S., *Capital humano, calidad educativa y crecimiento económico*, Tesis de Maestría en Economía, Argentina, Universidad Nacional del Sur, 2003.

- Hoff, K. y J. Stiglitz, "Modern Economic Theory and Development" en *Frontiers of Development Economics*, G.M. Meier y J.E. Stiglitz (eds.) Nueva York , Oxford University Press, 2001, pp. 389-459.
- Krueger, A. y M. Lindahal, "Education for Growth: Why and for Whom?", *Journal of Economic Literature*, vol. XXXIX, Estados Unidos, American Economic Association Publications, 2001, pp. 1101-1136.
- Lucas, R., "On the Mechanics of Development Planning", *Journal of Monetary Economics*, Amsterdam, Elsevier, vol. 22 (1), 1988, pp. 3-42.
- Mankiw, G., D. Romer y D. Weil, "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, Cambridge, Massachusetts, The Massachusetts Institute of Technology Press, núm. 107, 1992, pp. 407- 437.
- Mariscal, E. y K. Sokoloff, "Schooling, Suffrage and Inequality in the Americas, 1800-1945", en S. Hobber (ed.), *Political Institutions and Economic Growth in Latin America*, Estados Unidos, Hoover Institution Press Publications, 2000.
- Nelson, R. y E. Phelps, "Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth" *American Economic Review*, Estados Unidos, American Economic Association Publications, núm. 61, 1966, pp. 69-75.
- Ros, J., *Development Theory and the Economics of Growth*, Michigan, University of Michigan Press, 2003.
- Sen, A., *Desarrollo y Libertad*, España, Editorial Planeta, 1999.
- Solow, R., "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. LXX, Cambridge, Massachusetts, The Massachusetts Institute of Technology Press, 1956, pp. 56-94.
- Uzawa, H., "Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth", *International Economic Review*, Estados Unidos, Blackwell Publishing, núm. 6, 1965, pp. 18-31.
- World Bank, *World Development Report 1998/1999. Knowledge for Development*, Nueva York, Oxford University Press, 1999.