

CRECIMIENTO CON CAMBIO TECNOLÓGICO ENDÓGENO, BANCOS Y DINERO

El caso de una economía con firmas innovadoras

Ramón Tirado Jiménez*

Universidad Autónoma Metropolitana

Resumen: El objetivo del presente artículo es exponer y analizar un modelo de crecimiento con cambio tecnológico endógeno, en el contexto de una economía compuesta por bancos y dinero. En la teoría del crecimiento económico no existen, de hecho, análisis que sigan las líneas anteriores. Aquí se presentan algunos resultados centrales que relacionan la no superneutralidad del dinero con la actividad bancaria y sus efectos sobre la tasa de crecimiento que una economía innovadora puede alcanzar. Se muestran además los casos de un banco neutral al riesgo y otro adverso al riesgo, con los que se puede concluir que las conductas bancarias juegan un papel decisivo en la determinación de la tasa de crecimiento de equilibrio, en tanto agente que administra el ahorro realizado por los individuos. Por otra parte, se describe que la política monetaria afecta el desempeño de largo plazo de una economía a través del sector bancario.

Abstract: The aim of this paper is to expose and analyze a model of growth with endogenous technological change in an economy with banks and money. In growth theory, there are not analyses drawing on the above lines. In this paper we provide some central results, relating the non-superneutrality of money with banking activity and its effects over the rate of growth that an innovative economy can reach. We show the cases of a risk neutral and a risk averse bank, and we conclude, by one hand, that the banking behavior plays a significative role on the long run rate of growth, because the agent is managing the individual savings, by the other hand, we describe that, actually, the monetary policy have influence on the long run development of the economy through the banking system.

Fecha de recepción: 16 de junio de 1999

Fecha de aceptación: 19 de enero del 2000

* Agradezco el apoyo recibido por El Banco de México, a través de la beca 9511290197. Así como los valiosos comentarios y sugerencias de Carlos Urzúa, Martín Puchet, Etelberto Ortíz, Carlo Benetti, Enrique Cásares y un dictaminador anónimo. Cualquier problema que subsista es de mi entera responsabilidad.

1. Introducción

El propósito del artículo es plantear y analizar un modelo de crecimiento con cambio tecnológico endógeno, en el contexto de una economía compuesta por bancos y dinero, donde las firmas son en esencia innovadoras tecnológicamente. Se supone la existencia de una economía aislada en la que no hay imitadores locales de los bienes finales nuevos producidos por una empresa determinada y, mucho menos, existen imitadores fuera de la economía nacional.

El análisis ofrece algunos resultados centrales. Primero, se describe como el dinero no es superneutral y puede influir de manera decisiva en la tasa de crecimiento de equilibrio que la economía alcanza. En segundo lugar, se muestra que en el agregado las propiedades de no superneutralidad del activo monetario afectan las decisiones de oferta de crédito que presentan los bancos privados, antes que las conductas de los consumidores o las firmas. Por otro lado, se exponen las causas por las que un banco neutral al riesgo tiende a ofrecer más crédito a la actividad de investigación y desarrollo, en relación con un banco adverso al riesgo. El cual puede llevar a situaciones de racionamiento del crédito frente a proyectos de innovación radicales, lo que incide en la tasa de crecimiento de equilibrio que la economía puede alcanzar. Por último, se prueba que los depósitos colocados en el sistema bancario son tan necesarios para alcanzar tasas de crecimiento positivas en la economía, como la calidad del capital humano con el que se cuenta.

Sobre las condiciones en que funciona una economía real, por oposición al funcionamiento del lado monetario y financiero, hay una amplia literatura relativa a la generación de cambio tecnológico endógeno en el contexto del crecimiento, encabezada por los trabajos de: Paul Romer (1990), Gene Grossman y Elhanan Helpman (1991), Phillippe Aghion y Peter Howitt (1998). Éstos, sin embargo, hacen abstracción del papel que los intermediarios financieros y el dinero pueden desempeñar en el proceso de crecimiento.

Hasta donde se sabe no existen modelos de crecimiento con cambio técnico endógeno y moneda. Contribuciones como las de Gomme (1993) y Mino y Shibata (1995), entre otros, describen solamente el funcionamiento de una economía monetaria en la que se presenta una tecnología de producción con rendimientos no decrecientes al capital, sin ninguna consideración adicional acerca del proceso de innovación tecnológica. Cabe apuntar que en el campo de los modelos de crecimiento con dinero se tiene que, al partir de ciertas condiciones similares se alcanzan resultados distintos, tal y como Stein (1970) ha

señalado: *“Mi principal conclusión es que modelos igualmente plausibles llevan a resultados fundamentalmente distintos”*.

En efecto, modelos que parten de condiciones similares en el sentido de que: los agentes son tomadores de precios, las tasas de crecimiento del activo monetario y de inflación están dadas, y el activo monetario no presenta rendimientos positivos y compite con otros activos; llegan a diferentes conclusiones, en la medida en que el dinero se introduce o no en las funciones de utilidad o de producción. El centro del debate radica en las condiciones de superneutralidad o no superneutralidad del activo monetario. Tal y como Orphanides y Solow (1990) lo han descrito, el punto de partida de tal discusión se ubica en los trabajos de Tobin (1955, 1961, 1965), para explicar las condiciones de no superneutralidad, y en Sidrauski (1967) para entender éstas, mediante la demostración de que la relación de Fisher se verifica. Es decir, que la tasa de interés de largo plazo no se afecta por la tasa de crecimiento del dinero o de los precios monetarios, en un contexto donde el dinero es un bien con utilidad, esto es, forma parte de los argumentos de la función de utilidad intertemporal de un consumidor representativo en un modelo del tipo de Ramsey.

Por otro lado, aun cuando todavía son escasos, hay trabajos publicados sobre crecimiento con cambio tecnológico endógeno y bancos, aunque los modelos hacen abstracción del tema monetario. Entre los más destacados se tienen los trabajos de King y Levine (1993), los cuales hacen una extensión relativamente simple de un modelo de Grossman y Helpman (1991), sin acumulación de capital, donde se analizan las condiciones en las que un banco de inversión interviene en un proyecto de innovación industrial: se muestra que la presencia del intermediario financiero asigna los recursos en mejores condiciones que en su ausencia. El equilibrio alcanzado se distorsiona cuando se introduce un impuesto a las actividades financieras. Shi (1996) ha trabajado en la línea de crecimiento con cambio técnico endógeno bajo condiciones de información asimétrica y racionamiento del crédito, mostrándose que bajo determinadas circunstancias éste último puede estimular el crecimiento, en tanto que se pueden producir incentivos para que los agentes acumulen una mayor cantidad de capital de conocimiento, que es la base del aumento del producto.

En el modelo que a continuación se presenta se supone una economía compuesta por dos sectores: en el primero se producen bienes finales, en el otro, conocimientos aplicables en la producción de bienes finales. El segundo sector, se podría decir, es un laboratorio de investigación y desarrollo. Al seguir, entre otros, a Arrow (1962a), se supone que la actividad de investigación y desarrollo es un proceso

que implica riesgo, es decir, que aun cuando se conocen los insumos a emplearse, los resultados no pueden ser perfectamente previstos. Se introduce en la especificación correspondiente una probabilidad asociada con el éxito del proyecto de investigación. En esta parte se siguen algunas de las líneas propuestas en el modelo de Romer (1990).

Por el lado de la demanda de bienes finales, al emplear un modelo del tipo de Ramsey se supone la existencia de un consumidor representativo. Por hipótesis se asume que los consumidores ahorran una determinada cantidad de recursos monetarios y los depositan en un banco sin tener acceso a ningún otro tipo de activos. El dinero, en este contexto, es introducido en la forma de *cash in advance*, de tal forma que se concibe sólo como un medio de cambio intertemporal y no como un bien con utilidad.

Los bancos, que concentran los recursos depositados por los individuos, el ahorro, emplean sus pasivos para dos fines: prestar recursos para la adquisición de capital físico en el sector que realiza actividades de investigación y desarrollo, lo cual conlleva un riesgo; o bien prestar, con igual propósito, al sector que produce bienes finales, que representa una actividad sin riesgo. Se analiza, asimismo, el caso de un banco que es neutral al riesgo, y posteriormente el de un banco adverso al riesgo. La incorporación de los bancos se presenta a partir de la contribución de Bernanke y Blinder (1988), sin embargo, en este caso se modifica el problema para colocarlo en el contexto de un modelo de crecimiento de largo plazo y no, como en la versión original, para un modelo macroeconómico de corto plazo.

La organización del artículo es la siguiente: en la primera parte se describe el funcionamiento de la economía por el lado de la producción, en la segunda se incorpora a los bancos, en una tercera se expone el comportamiento de los consumidores, en la cuarta parte se muestra la existencia de una ruta de crecimiento de equilibrio y se analizan sus determinantes, posteriormente se presenta el caso de un banco adverso al riesgo y, finalmente, se presenta una evaluación general de los resultados.

2. Productores

Se supone una economía de dos sectores: uno que produce bienes finales y otro que produce conocimientos. El primer sector produce una cantidad Q de bienes. Para su producción se emplean tres factores primarios: el capital humano, H_Q , el capital físico, K_Q , y un acervo de conocimientos adquiridos por la firma representativa, A .

Por hipótesis se supone que hay rendimientos decrecientes a los tres factores productivos antes enunciados, y la forma funcional correspondiente es:

$$Q = H_Q^\alpha K_Q^\beta A^\gamma. \quad (1)$$

El capital humano empleado en la producción de bienes finales puede definirse del siguiente modo: $H_Q = h_Q N_Q$. La magnitud N_Q describe la cantidad de individuos empleados en la producción de bienes, en tanto que la magnitud h_Q da cuenta del nivel del capital humano, es decir, se trata de un índice de la calidad de dicho capital medido, por ejemplo, en términos de su escolaridad, suponiendo siempre que en tanto ésta sea mayor se sigue una más elevada calidad acumulada. Tal consideración sobre la naturaleza del capital humano parece ser relativamente estrecha debido, entre otras cosas, al hecho de que los individuos también acumulan capital humano en la producción misma o en la capacitación dentro del trabajo, sin embargo, para los fines del presente modelo este enfoque puede ser suficiente.

El sector que produce conocimientos o diseños, presenta consideraciones diferentes en relación con la producción de bienes finales. Básicamente, se supone que la producción de conocimientos emplea los mismos factores primarios que en el sector final, esto es, capital humano, capital físico y un acervo de conocimientos producidos previamente por la firma, los cuales se emplean para generar un flujo de conocimiento nuevo en cada instante.

Pero por la naturaleza de los bienes producidos, hay rendimientos no decrecientes a factor y crecientes a escala. Lo anterior tiene dos justificaciones: por una parte, se supone que los límites para la invención no están presentes en el modelo, es decir, que el capital humano, empleando un acervo de capital físico y otro de conocimientos, no conoce límites en su posibilidad de invención. En segundo lugar, si seguimos a Romer (1990), se considera que la producción de bienes intangibles tiene una propiedad que adquiere subray: una pieza de conocimiento puede replicarse sin emplear en ella la mismas cantidades de los insumos primarios que llevaron al desarrollo del diseño original. En tal virtud, digamos, que cuando los insumos tangibles se duplican, la cantidad de diseños que pueden generarse es de más del doble. La firma representativa que realiza actividades de investigación y desarrollo se apropia libremente de los productos de su investigación, pero los vende en un mercado de conocimientos a la firma que produce bienes finales. La función de producción correspondiente es:

$$\dot{A} = \frac{\phi H_A K_A A}{\Pi} \quad (2)$$

donde Π indica la probabilidad de éxito de la innovación. El coeficiente ϕ indica la productividad de los factores empleados en la actividad de investigación y desarrollo, cuyo nivel depende, al menos en parte, de la experiencia y el éxito con el que la firma ha realizado otros proyectos en el pasado. Por hipótesis, el acervo de capital humano empleado en el sector es $H_A = h_A N_A$, es decir, el número de individuos empleados, multiplicado por la respectiva calidad de su esfuerzo laboral.

La forma funcional de (2) es similar a la propuesta por Shi (1996), pero en un contexto distinto, debido a que el autor la introduce para describir la producción de bienes físicos, y aquí, en cambio, se hace para describir la producción de conocimientos.

En (2) se describe de manera clara que la producción de conocimiento es un hecho no determinístico, a diferencia de la producción de bienes finales. Lo anterior, al seguir a Arrow (1962a), intenta mostrar que aun cuando pueda anticiparse la cantidad de insumos primarios en la producción de diseños, los resultados del proyecto de investigación no pueden ser perfectamente anticipados. La forma en que se introduce la probabilidad de éxito en el proyecto de investigación significa que a menor probabilidad de éxito, mayor será la calidad del diseño, digamos que es una innovación radical. Cuando la probabilidad se acerque más a uno, la calidad del conocimiento nuevo tenderá a disminuir, tratándose de una innovación incremental. En su forma más simple, el evento aleatorio que aquí se supone presenta una probabilidad Π de éxito, y la probabilidad de fracaso es $1 - \Pi$. Lo anterior, descarta algunos hechos descritos en la literatura sobre innovación en los cuales puede existir la probabilidad de obtener un resultado diferente en relación con los objetivos iniciales del proyecto de investigación.

Un supuesto simplificador presente en (2), es que la probabilidad Π es conocida *ex ante*, tanto por la firma que realiza actividades de investigación, como por los bancos, tal y como se mostrará más adelante. Esto podría justificarse a partir de que la firma productora de conocimientos posee experiencia en actividades innovativas y puede calcular tal probabilidad.

El capital humano total empleado en la economía es $H = H_Q + H_A$, la suma del capital humano empleado en la producción de bienes finales, más el empleado en la producción de diseños.

El sector que produce bienes finales y el que produce diseños

se relacionan en un mercado de tecnología en el cual se compran y venden conocimientos al precio P_A . La cantidad de diseños que la firma representativa adquiere del sector de investigación y desarrollo se deduce a partir de la siguiente condición, tomando en cuenta que el precio del bien final es un numerario

$$\max_A [H_Q^\alpha K_Q^\beta A^\gamma - P_A A],$$

tal que la función de demanda inversa que el productor de bienes finales le presenta al productor de diseños es:

$$P_A = \gamma H_Q^\alpha K_Q^\beta A^{\gamma-1}. \quad (3)$$

Para encontrar las condiciones de crecimiento balanceado por el lado de la producción, se determinan el salario del capital humano en el sector de bienes finales y en el sector de investigación y desarrollo, medidos en términos reales y como proporción de la cantidad de bienes finales que pueden adquirir

$$W_{HA} = \phi P_A \frac{K_{AA}}{\Pi}, \quad (4)$$

$$W_{HQ} = \frac{\alpha}{H_Q} Q. \quad (5)$$

La ecuación (4) describe las condiciones en que se determina el salario del capital humano empleado en la producción de conocimientos. La ecuación (5) las describe para el caso de la producción de bienes finales. Para simplificar la discusión, supongamos que el salario pagado en ambos sectores es el mismo, de modo que existe un salario real, w , único evaluado en términos de la cantidad de bienes finales que puede adquirir. Si se acepta tal supuesto, igualamos (4) con (5) y tomando en cuenta (3), se obtiene la cantidad de capital humano a emplear en el sector que produce bienes finales:

$$H_Q = \Pi \frac{\alpha}{\phi \gamma K_A}. \quad (6)$$

La cantidad de capital humano a emplear en el sector que produce bienes finales es una función creciente respecto de la elasticidad del factor mostrada en la función de producción (1), y de la probabilidad de éxito de los proyectos de investigación y desarrollo. Si se tiene que $\Pi \rightarrow 0 \Rightarrow H_Q \rightarrow 0$, es decir, que la producción de bienes finales cesa

porque no habría empleo de capital humano en el sector final. Este resultado ilustra, en parte, la relación entre ambos sectores cuando está presente el riesgo en la actividad innovativa, porque da cuenta de un efecto de transmisión del riesgo del sector de diseños al sector final, en tanto que los productores de bienes finales toman la decisión de contratación de capital humano en función de la naturaleza de los proyectos de investigación realizados en el otro sector. Cuando la probabilidad de éxito de los proyectos de investigación tiende a 1, se tiene

$$H_Q \rightarrow \frac{\alpha}{\phi\gamma K_A}.$$

Se puede definir una tasa de crecimiento balanceado, G , que iguala el crecimiento en el sector de bienes finales con el del sector de diseños. El supuesto fuerte que está presente en el modelo es, siguiendo a Romer (1990) y a Grossman y Helpman (1991), que la producción de conocimiento guía la dinámica del sistema, así

$$G = \frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} = \frac{\phi H_A K_A}{\Pi}. \quad (7)$$

si tomamos en cuenta que $H_A = H - H_Q$, y que el nivel de empleo en el sector que produce bienes finales ha sido definido en (6), se tiene que

$$G = \frac{\phi K_A H}{\Pi} - \frac{\alpha}{\gamma}. \quad (8)$$

En (8) se muestra que, la tasa de crecimiento de equilibrio por el lado de la producción es una función creciente respecto al acervo de capital físico empleado en la actividad de investigación y desarrollo, K_A , y del acervo de capital humano total con el que cuenta la economía. Es también una función creciente en relación con el parámetro de productividad de la actividad de investigación y desarrollo.

Por otra parte, la tasa de crecimiento por el lado de la producción es una función inversa de la probabilidad de éxito relacionada con las actividades de investigación y desarrollo. El riesgo asociado con la producción de conocimientos se difunde a toda la actividad productiva. El resultado que se presenta en (8) nos muestra que en tanto que la probabilidad de éxito es cercana a cero la tasa de crecimiento de la economía tiende a aumentar. Ello puede tener una explicación en el siguiente sentido: probabilidades menores de éxito en

la actividad de investigación, en un mundo compuesto por agentes racionales, describiría la posibilidad de creación de innovaciones relativamente radicales y, por el contrario, probabilidades cercanas a uno describirían innovaciones incrementales de menor importancia. Cuando la economía emprende innovaciones radicales puede obtener tasas de crecimiento más altas. Veremos más adelante, sin embargo, que con la introducción de un banco que es adverso al riesgo, el resultado tiende a modificarse. Con lo anterior se describe en forma simplificada el funcionamiento de la economía por el lado de la producción, es decir, condiciones de equilibrio parcial. Resta por analizar el funcionamiento de la actividad bancaria y la demanda de bienes.

3. Bancos

Un banco es un agente económico privado caracterizado por una restricción presupuestaria en la que se igualan los pasivos con los activos. El banco recibe los depósitos, D , de los individuos, esencialmente de los consumidores. Estos depósitos son los pasivos del banco. Por la parte de los activos, un banco posee reservas, R , créditos que otorga a las firmas que producen bienes finales, L_Q^s , y créditos a las firmas que producen conocimientos, L_A^s .

$$L_Q^s + L_A^s + R = D. \quad (9)$$

Se supone que el banco sólo otorga crédito para la formación de capital físico en uno u otro sector. Cuando lo hace para el sector que produce bienes finales, éste paga una tasa de interés, r , que en equilibrio es igual al producto marginal del capital empleado en la producción de bienes finales. Es una tasa de interés sin riesgo. Si el crédito es para el sector que produce diseños, se paga una tasa con riesgo igual a r_A . Se puede plantear, lo que se demostrará más adelante, que la tasa r_A es creciente respecto a la probabilidad de fracaso de un proyecto de investigación, o decreciente respecto a su probabilidad de éxito, de modo tal que la tasa de interés que el banco cobra al sector de investigación y desarrollo está vinculada con la naturaleza y riesgo asociados a dicha producción. Al seguir a Merton (1990), los rendimientos de los activos presentes en esta economía no necesariamente tienen que ser iguales, debido a que el capital empleado en la actividad de investigación es un activo con riesgo.

Se supone, además, que las reservas son una fracción τ de los depósitos, tal que $R = \tau D$. Los individuos ahorran una determinada

cantidad de su ingreso total que se sacrifica al consumo. Al seguir las reglas contables básicas se tiene que el ahorro agregado, S , es igual a la diferencia entre el producto total, Q , y el consumo, C . En tal virtud, $S = Q - C$, magnitud que es demandada inelásticamente por el banco representativo y recibida en forma de depósitos, esto es, \dot{D}^d .

Si seguimos a Bernanke y Blinder (1988), se puede postular que existe una función $\lambda(\bullet)$ que relaciona la oferta de crédito al sector que produce diseños con las tasas de interés asociadas al acervo de capital en la producción final y en la actividad de investigación. Al suponer que el flujo de depósitos demandados se iguala con su oferta al nivel \dot{D} , si reordenamos los términos de (9) se arriba a

$$\dot{L}_A^s = \lambda(r_A, r)(1 - \tau)\dot{D},$$

con

$$\lambda'_{r_A} > 0, \lambda'_r < 0 \quad (10)$$

En (10) se presenta la elección de cartera que realiza el banco cuando es neutral al riesgo, y describe las condiciones en que puede otorgar crédito ante las opciones que enfrenta para asignar los depósitos disponibles. Por una parte, mantiene una fracción de los depósitos en forma de reservas, supongamos que es el nivel mínimo requerido a partir de alguna regulación bancaria. De los depósitos instantáneos disponibles, $(1 - \tau)\dot{D}$, el banco ofrece crédito para la formación de capital físico al sector de conocimientos en función de la tasa de interés vinculada con tal actividad y con aquella asociada con el acervo de capital en el sector que produce bienes finales. Respecto a la primera, la función $\lambda(\bullet)$ es creciente, en cuanto a la segunda es decreciente, esto último implica que cuando la tasa de interés sin riesgo aumenta, el crédito a la actividad de investigación disminuye.

Supongamos que la demanda instantánea de crédito en el sector de conocimientos es igual a los planes de inversión que presenta el mismo. De lo anterior se tiene que

$$\dot{L}_A^d = \dot{K}_A. \quad (11)$$

En ausencia de condiciones de racionamiento del crédito, la oferta es igual a la demanda en ese mercado. Lo anterior permite postular, igualando la parte derecha de (10) con (11),

$$\dot{K}_A = \lambda(r_A, r)(1 - \tau)\dot{D}, \quad (12)$$

que es la ecuación del movimiento para el acervo agregado de capital en el sector que produce conocimientos. Sea $k_A = K_A/N$, es decir, la cantidad de capital por persona utilizado en el sector de diseños como proporción de la fuerza de trabajo presente en la economía. De lo anterior se puede postular que $K_A = k_A N$, tal que al derivar esto último respecto al tiempo se obtiene $\dot{K}_A = \dot{k}_A N + k_A \dot{N}$. Si sustituimos la parte derecha de esta expresión en la parte izquierda de (12), y ordenamos términos, llegamos a la ecuación del movimiento para el acervo de capital por persona empleado en la actividad de investigación y desarrollo

$$\dot{k}_A = \lambda(r_A, r)(1 - \tau) \left(\dot{\delta} + n\delta \right) - nk_A, \quad (13)$$

donde δ describe la cantidad de depósitos por persona y $\dot{\delta}$, su variación en el tiempo.

4. Consumidores

Para introducir la demanda de bienes finales, se supone que el individuo representativo en cada instante consume una cantidad c de bienes. Un consumidor está caracterizado por una función de utilidad como

$$U = \int_0^{\infty} u(c(t)) e^{-(\rho - n)t} dt. \quad (14)$$

$$u(c) = \ln c, \quad (15)$$

la cual describe que el individuo considera el valor presente de la utilidad total desde la fecha cero y para el futuro, a partir del consumo instantáneo realizado. Como en la mayor parte de los modelos monetarios de crecimiento, se supone que el dinero está sólo en posesión de los consumidores, tradición iniciada con los trabajos de Tobin (1965) y Sidrauski (1967). En la presente especificación, sin embargo, la moneda no es un bien con utilidad, no forma parte de los argumentos de (14), se introduce en la forma de *cash in advance*, es decir, únicamente en la restricción presupuestaria.

Por otro lado, el dinero tampoco forma parte de alguna elección de cartera realizada por los consumidores, por ejemplo, la decisión entre la cantidad de saldo real que se desea mantener y la cantidad de depósitos que se desean poseer, como en los trabajos del tipo de

Tobin (1965). En este sentido, el dinero no es un objeto de elección, y se impone en exclusiva como un medio de cambio intertemporal tal que una cantidad de saldo real en el instante actual es empleada como medio de pago para adquirir bienes en el futuro. Se supone que un agente acepta la moneda a cambio de bienes en la medida en que anticipa que otro agente también la aceptará cuando la ofrezca. Es decir, el dinero se concibe como fiduciario y es el fundamento de que sea introducido en la restricción presupuestaria, tal y como Orphanides y Solow (1990) han señalado.

Un elemento central que caracteriza a los modelos de crecimiento con dinero, es el de suponer que las tasas de crecimiento del activo monetario, y de los precios monetarios, están dadas. Si asumimos lo anterior, el análisis consiste en determinar si las variables monetarias afectan al patrón de crecimiento balanceado de la economía, es decir, el problema central radica en estudiar las condiciones de superneutralidad o no superneutralidad del activo monetario. Tal es la metodología propuesta inicialmente por Tobin (1955, 1961, 1965) y Sidrauski (1967), y seguida por la mayor parte de los autores recientes, entre ellos, Gomme (1993), Ireland (1994), Mino y Shibata (1995).

La restricción presupuestaria agregada de los consumidores se presenta del siguiente modo:

$$C + \frac{dD}{dt} + \frac{dM/dt}{P} = wN + rD. \quad (16)$$

Los consumidores gastan en bienes, C , mantienen una cantidad de saldo real que permite financiar el consumo intertemporal y, además, realizan depósitos en los bancos. Los ingresos totales son iguales a la masa de salarios pagada, wN , más el rendimiento, r , percibido, multiplicado por los depósitos acumulados en el banco, D . Se supone que los bancos pagan a los consumidores una tasa de interés segura, que es la misma que las firmas productoras de bienes finales pagan a los bancos cuando adquieren un crédito para ampliar su acervo de capital.

En el agregado, los consumidores ahorran una parte de su ingreso y la depositan en un banco. Es importante tomar en cuenta que los agentes no tienen acceso a ninguna otra forma de activos que no sean los depósitos bancarios, lo que implica que no pueden acceder directamente al acervo de capital físico, ni existen otros activos como los bonos del gobierno.

Se tiene en cuenta que en términos per-cápita los saldos reales y los depósitos varían de la siguiente forma:

$$\dot{m} = (\sigma - \pi - n)m,$$

$$\frac{\dot{D}}{N} = \dot{\delta} + n\delta,$$

donde m describe la cantidad de saldo real individual, s es la tasa de crecimiento del activo monetario, π la tasa de inflación, δ es el acervo de depósitos inviduales, $\dot{\delta}$ su variación en el tiempo y, como antes, n es la tasa de crecimiento poblacional. Se puede postular la restricción presupuestaria individual como sigue:

$$\dot{\delta} = w + (r - n)\delta - c - (\pi + n)m. \quad (17)$$

El problema del consumidor es maximizar (14), sujeto a la restricción (17), medida en términos per-cápita. Para resolver el problema se conforma la función hamiltoniana de valor presente

$$H - u(c)e^{-\rho - n)t} + \eta[w + (r - n)\delta - c - (\pi + n)m.]$$

Las condiciones de primer orden que se deducen son

$$\frac{\partial H}{\partial c} = u'(c)e^{-\rho - n)t} - \eta = 0, \quad (18)$$

$$\frac{\partial H}{\partial m} = -\eta(\pi + n) = 0, \quad (19)$$

$$-\frac{\partial H}{\partial \delta} = \dot{\eta} = -(r - n)\eta. \quad (20)$$

De la condición de primer orden (19) se tiene que $n = -\pi$, que es resultado natural de un modelo en el que la moneda se incorpora en la forma de *cash in advance*, debido a que el rendimiento del saldo real es negativo, es decir, en el tiempo la cantidad de dinero mantenida por el agente representativo pierde poder de compra en una magnitud igual a π . Tales condiciones fueron previstas en los modelos de Tobin (1955, 1961, 1965) y Sidrauski (1967). El hecho de que $n = -\pi$ se puede sustituir en (20). Al tomar en cuenta que el valor presente de la utilidad marginal es igual al precio sombra del ingreso, lo cual se sustituye en la parte derecha de (20), y sustituyendo en la parte izquierda de (20) la derivada respecto al tiempo de (18), se llega al

siguiente resultado, en vista de la forma funcional descrita en (15) y reordenando términos:

$$r = \rho + \frac{\dot{c}}{c} - \sigma, \quad (21)$$

de modo que en el estado estacionario (21) deviene en

$$r = \rho - \sigma, \quad (22)$$

lo cual significa que la tasa de interés que los bancos pagan a los depositantes se afecta por la tasa de crecimiento del acervo monetario, es decir, que la relación de Fisher no se verifica. En este caso en particular, cuando la tasa de crecimiento del acervo monetario aumenta, se tiene de inmediato que la tasa de interés que los depositantes perciben se reduce. Asimismo, esta tasa de interés es la misma que se relaciona con el acervo de capital físico empleado en la producción de bienes finales.

Este resultado es en esencia distinto al que se muestra en el modelo de base de crecimiento en el que la moneda es superneutral, del tipo de Sidrauski (1967). En ese modelo, se supone que las tasas de crecimiento del activo monetario y de los precios monetarios están dadas, se parte de la idea de que el saldo real no representa un activo con rendimientos positivos en el tiempo, y sólo se distingue del consumidor descrito aquí, por que la moneda se concibe como un bien con utilidad. El resultado al que Sidrauski llegó fue de superneutralidad, en el sentido de que la tasa de crecimiento del acervo de dinero no afecta a la tasa de interés de largo plazo, es decir, la relación de Fisher si se verifica, que es un resultado contrario al descrito hasta este punto.

5. Ruta de crecimiento de equilibrio

Para arribar a una ruta de crecimiento de equilibrio general, la cual integra la actividad de los productores con la de los consumidores y los bancos, se procede del siguiente modo. A partir de (13) tenemos que en el estado estacionario, cuando la variación en el tiempo del capital invertido en el sector de investigación por persona no cambia

$$k_A = \frac{\lambda(r_A, r)(1 - \tau) \left(\dot{\delta} + n\delta \right)}{n}. \quad (23)$$

La parte derecha de la restricción presupuestaria (17) puede sustituirse en (23), de modo que el acervo de capital por persona en equilibrio estacionario puede reescribirse como

$$k_A = \frac{\lambda(r_A, r)(1 - \tau)[w + (r - n)\delta - c - (\pi + n)m + n\delta]}{n}, \quad (24)$$

pero como c , el consumo por persona, es una variable endógena, de la restricción presupuestaria (17), se puede despejar tal variable cuando el cambio de los depósitos por persona es igual a cero, de modo que la posición de activos del consumidor representativo no se modifica, lo cual queda especificado como $c = w + (r - n)\delta - (\pi + n)m$, y al sustituir en (24), el acervo de capital por persona se establece como

$$k_A = \lambda(r_A, r)(1 - \tau)\delta. \quad (25)$$

En (25) queda determinado el nivel de acervo de capital por persona empleado en el sector de investigación y desarrollo, en el estado estacionario.

Sea $h = H/N$, es decir, la cantidad de capital humano por persona ocupada en la economía. Dadas las definiciones antes presentadas tenemos que h describe la calidad del capital humano empleado en la producción, medido, por ejemplo, a través del tiempo de escolaridad promedio de la fuerza de trabajo. Sea $k_A = K_A/N$. Se puede definir que existe una tasa de crecimiento, g , que iguala las tasas de crecimiento tanto por el lado de la producción como del sector bancario y del consumo en términos per-cápita.

$$g = \frac{\phi k_A h}{\Pi} - \frac{\alpha}{\gamma}. \quad (26)$$

En (25) se presentan las condiciones bajo equilibrio estacionario, o balanceado, en el que se determina el nivel del acervo de capital empleado en la actividad de investigación y desarrollo. Al tomar en cuenta las condiciones de crecimiento estacionario que se deducen de la actividad del consumidor representativo descritas en (22), se tiene que la tasa de crecimiento balanceado deviene en

$$g = \frac{\phi \lambda(r_A, \rho - \sigma)(1 - \tau)\delta h}{\Pi} - \frac{\alpha}{\gamma}. \quad (27)$$

De la ecuación anterior se deduce que la tasa de crecimiento balanceado, g , es una función creciente respecto a los depósitos realizados por el público en las instituciones bancarias. De la calidad promedio del capital humano empleado en la economía, y dadas las condiciones en que se presenta la función de elección de cartera de los

bancos, la tasa de crecimiento aumenta cuando la tasa de interés r_A es mayor y cuando σ crece reduciendo la tasa de interés asociada con el acervo de capital físico empleado en la producción de bienes finales. Por el contrario, la tasa de crecimiento de equilibrio, g , es decreciente respecto a la probabilidad de éxito de los proyectos de investigación y desarrollo. Sin embargo, lo anterior requiere un análisis más detallado por sus implicaciones teóricas y aun normativas.

a) Capital humano

Una de las variables cruciales del resultado expuesto en (27) es h , la calidad del capital humano. Como puede verse, un país con un acervo de capital humano cuyo nivel de capacitación es sustancialmente bajo, digamos que en el extremo tiende a cero, el resultado fundamental es que alcanzará tasas de crecimiento negativas, cercanas a $-\alpha/\gamma$. Bajo tales consideraciones, a medida que el acervo de capital humano tiende a adquirir una mayor calidad con el tiempo, la tasa de crecimiento tiende a aumentar.

El resultado que se alcanza en (27), es importante tener en cuenta, muestra que la calidad del capital humano juega un papel crucial, pero en el marco más general donde el motor del crecimiento económico es la producción de conocimientos innovadores: la fuente esencial para producir ideas nuevas que posteriormente devienen en productos nuevos, radica en la presencia de una fuerza de trabajo productivamente valiosa. Una economía como la descrita, sustenta su tasa de crecimiento en la capacidad para innovar, en la base de la innovación está la capacidad del capital humano para producir ideas nuevas, de acuerdo con su calidad, aunque, por supuesto, no es el único elemento.

Paul Romer (1990) alcanzó un resultado similar en un modelo donde el cambio técnico es el motor del crecimiento, pero el resultado se postula en términos del acervo agregado de capital humano. Más aún, propone que el único determinante fundamental del crecimiento es dicho acervo. Lucas (1988, 1993) parte de la hipótesis de que el capital humano es la clave del crecimiento y, en particular, en Lucas (1993), se muestran diversos modelos en los que se puede describir el proceso de acumulación de capital humano tanto en la educación formal, como en el aprendizaje dentro del trabajo al seguir las líneas de Arrow (1962b). En este esfuerzo queda fuera el análisis concreto de la forma en que se acumula capital humano, sin embargo, el resultado que se alcanza parece relevante para describir la importancia de su calidad en el contexto del crecimiento económico.

b) Depósitos

Como se muestra en el resultado descrito en (27), el acervo de depósitos influye positivamente en la tasa de crecimiento. Del mismo

modo que el capital humano, la presencia de depósitos es decisiva. Supongamos que $\delta = 0$, es decir, que los agentes no realizan depósitos en el sistema bancario. Se puede pensar, inicialmente, que los agentes económicos no se interesan por almacenar su ahorro en los bancos, y prefieren administrarlo de manera individual, es decir, estamos en el caso de autarquía, al seguir a Greenwood y Smith (1997), donde se entiende que los agentes actúan de esta manera en beneficio propio.

La tasa de crecimiento en autarquía, llamémosla g_u , será igual a $-\alpha/\gamma$, una magnitud negativa. Es evidente que, en cuanto la cantidad de depósitos comienza a aumentar, la tasa de crecimiento de equilibrio será mayor y, en algún nivel, será positiva. Tal resultado puede tener dos posibles interpretaciones.

Si el caso es que los agentes no desean depositar sus ahorros en el sistema bancario, tendremos que éstos no encontrarán fines productivos para ese ahorro. Dicho de otro modo, en una economía constituida en un principio por intermediarios financieros, los agentes económicos no pueden administrar en forma independiente sus ahorros, pues no encontrarán fines productivos para los mismos. En este caso, el papel de los intermediarios financieros, en tanto agentes que vinculan el proceso de ahorro con el proceso de inversión a través del crédito, es evidente: no tienen sustituto, y si no hay depósitos, la economía falla.

Un segundo caso es que, si no se realizan depósitos es porque no hay ahorro. La ausencia de depósitos podría deberse a que los agentes consumen todo su ingreso en cada instante y, por supuesto, no hay posibilidad de invertir en la formación de capital físico en ningún sector de la economía. La tasa de crecimiento es negativa. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el primer caso es equivalente a éste segundo: la ausencia de depósitos es igual a la ausencia de ahorro, si el ahorro se realiza, éste no tiene fines productivos cuando no se deposita en el sistema bancario, y se pierde.

En este modelo el resultado muestra una conclusión extrema en relación con la descrita por Greenwood y Smith (1997), el contexto es distinto. Con ellos se supone que los agentes pueden sufrir un choque exógeno aleatorio de demanda y los bancos podrán contribuir en la reducción del nivel de incertidumbre. Aquí, en cambio, hay riesgo en el proceso de innovación y en el rendimiento del acervo de capital físico empleado en la actividad de investigación, sin embargo, no existen perturbaciones exógenas. En este caso el banco no reduce el nivel de incertidumbre, pero se convierte en un agente indispensable en el funcionamiento de la economía descrita: en ausencia de depósitos, la economía alcanza tasas de crecimiento negativas. Deviene en una condición necesaria y suficiente para alcanzar tasas de crecimiento positivas.

Este resultado refuerza algunos resultados empíricos descritos por King y Levine (1993), en el sentido de que, por una parte, la

existencia de un sistema financiero cada vez más desarrollado y, por la otra, un aumento progresivo de la cantidad de depósitos colocados en el sistema bancario, influyen positivamente en las tasas de crecimiento observadas del producto por persona para muestras grandes de países (más y menos desarrollados) en periodos relativamente largos.

c) La tasa de interés asociada con el capital físico dedicado a la investigación

En el modelo se establece claramente que, cuando la tasa de interés asociada con el acervo de capital físico empleado en la producción de conocimientos aumenta, de forma simultánea el crédito a ese sector y, por lo tanto, la tasa a la cual crece la economía también lo hace. La anterior es una conclusión que se sostiene esencialmente cuando tenemos bancos neutrales al riesgo, es decir, aquellos que sin importar la magnitud de la probabilidad de éxito de un proyecto de investigación están dispuestos a incrementar el crédito a medida que el rendimiento asociado es mayor. Lo anterior, exige examinar la forma en que se deduce la tasa de interés que las empresas del sector de investigación pagan a los bancos por el crédito que reciben.

La firma productora de conocimientos decide la cantidad de capital físico a emplear, a partir de la siguiente maximización parcial:

$$\max_{K_A} \left[\frac{\phi P_A H_A K_{AA}}{\Pi} - r_A K_A \right],$$

tal que de lo anterior se deduce que la tasa real de interés que la firma productora de diseños paga a un banco por el crédito que recibe está determinada por

$$r_A = \frac{\phi P_A H_{AA}}{\Pi}. \quad (28)$$

Si introducimos (3) en (28) se tiene que

$$r_A = \frac{\phi \gamma}{\Pi} H_A Q, \quad (29)$$

donde se describe directamente que el rendimiento del capital empleado en la actividad de investigación y desarrollo es una magnitud creciente respecto al capital humano empleado en la actividad de investigación, H_A , y del tamaño del mercado, Q . Esto último puede tener una implicación relevante: para países con poco empleo de capital humano en el sector de investigación o con mercados cuya magnitud es limitada, independientemente de otras consideraciones, los

rendimientos del capital físico empleado pueden tender a ser relativamente bajos en el largo plazo de modo que para un banco puede ser poco atractivo otorgar crédito al sector que produce diseños.

La misma tasa de interés es una función decreciente respecto a la probabilidad de éxito del proyecto de investigación y desarrollo propuesto por la firma. Es decir, el rendimiento del acervo de capital para un proyecto de investigación es inversamente proporcional a la probabilidad asociada con su éxito.

Bajo las condiciones anteriores, un banco neutral al riesgo aumentará el crédito a medida que, todo lo demás constante, disminuya la probabilidad de éxito del diseño nuevo presentado por la firma. El problema, sin embargo, es el siguiente: para valores muy bajos de Π , muy cercanos a cero, tenemos que la tasa de rendimiento r_A tiende a ser muy alta y, por supuesto, una buena parte del crédito será orientada a ese sector. Con la misma probabilidad, que tiende a ser cercana a cero, los bancos no recibirán el reembolso de su crédito. En esta situación, los ingresos que un banco percibirá serán tan sólo los relacionados con el crédito otorgado a la producción de bienes finales.

A continuación veremos el caso de bancos adversos al riesgo, situación bajo la cual se modifican en diferentes aspectos los resultados antes presentados.

6. Un banco adverso al riesgo

Un banco adverso al riesgo toma en cuenta la probabilidad de fracaso de un proyecto de investigación y desarrollo y, en consecuencia, considera la probabilidad de que no le sea repagado el crédito. La función de elección de cartera deviene en

$$\lambda = \lambda(r_A, r1 - \Pi), \quad (30)$$

la cual preserva las propiedades de (10), pero ahora se añade que $\lambda'_{1-\Pi} < 0$, tal que la función $\lambda(\bullet)$ es decreciente respecto a la probabilidad de fracaso de un proyecto de investigación y desarrollo: en tal caso, el crédito que un banco otorga es menor, en tanto su probable fracaso sea mayor.

Supongamos que la forma funcional de (30) es

$$\lambda = \frac{r_A}{r(1 - \Pi)}, \quad (30.1)$$

y al sustituir el valor de r_A implicado en (29), la ecuación anterior deviene en

$$\lambda = \frac{\phi\gamma H_A Q}{r(1 - \Pi)\Pi},$$

tal que la derivada respecto a Π es

$$\frac{\partial \lambda}{\partial \Pi} = \frac{\phi \gamma H_A Q (2\Pi - 1)}{r(1 - \Pi)^2 \Pi^2}. \quad (31)$$

De (31) se deduce que si el doble de la probabilidad de éxito de un proyecto de investigación es menor a 1, la derivada de la función de oferta de crédito respecto a Π es negativa, de manera que el crédito disminuye. Por el contrario, cuando el doble de la probabilidad de éxito es mayor a 1, se tiene que el crédito al sector de investigación y desarrollo aumenta.

Dado que $\Pi \in [0, 1]$, es evidente que $2\Pi > 1$ si $\Pi > 0.5$. El mercado de crédito está en equilibrio. Cuando hay una innovación cuya probabilidad de éxito es menor o igual a 0.5, la política de crédito bancario bajo condiciones de aversión al riesgo indica que la oferta de recursos a la firma que hace investigación tiende a disminuir. Cualquier innovación con una probabilidad de éxito estrictamente mayor a 0.5 implicara que el intermediario financiero aumentará el crédito. Los bancos prefieren financiar proyectos de investigación más seguros, en tanto que tienen una probabilidad más alta de éxito y de repago de las deudas por parte de los acreditados.

Los resultados anteriores permiten realizar varias consideraciones. En primer lugar, se puede realizar una división arbitraria sobre la naturaleza de los proyectos de investigación y desarrollo. Aquellos cuya probabilidad de éxito es menor o igual a 0.5 los podemos clasificar como innovaciones radicales dentro de la industria; en cambio, aquellos cuya probabilidad de éxito es mayor a 0.5 se podrían clasificar como innovaciones incrementales.

En segundo lugar, es evidente que en un modelo cuyos argumentos están basados en la existencia de un agente representativo, no se puede mostrar la diversidad de agentes y conductas, en este caso relacionadas con diferentes proyectos de investigación, sin embargo, con esto parece claro que, con una estructura de bancos adversos al riesgo, aquellas firmas que presentan proyectos de innovación radicales pueden quedar insatisfechas, en tanto que los intermediarios financieros practican una forma de racionamiento del crédito para ese tipo de actividades. La forma específica de racionamiento del crédito implica en este caso que las firmas que presentan propuestas de innovación radical se colocan en la parte decreciente de la curva de oferta de crédito en el espacio (λ, Π) , en cambio, las firmas que ofrecen proyectos de innovación incrementales se colocan en la parte creciente de la curva de oferta de crédito evaluada en el espacio (λ, Π) .

Es importante notar que el racionamiento descrito no surge de un problema de información incompleta o asimétrica, como lo han mostrado Stiglitz y Weiss (1981), o Mankiw (1986), sino de la conducta adversa al riesgo que siguen los intermediarios financieros, en un contexto de información completa e incluso simétrica, donde las

magnitudes asociadas con el riesgo de la actividad de investigación y desarrollo y la probabilidad de pago de los créditos son conocidas.

En tercer lugar, la economía, sin embargo, requiere de la presencia de actividades de innovación radicales y para ellos se abren dos posibilidades: por una parte, los agentes económicos privados podrían constituir un nuevo mercado financiero, diferente al del crédito bancario, como medio para estimular la acumulación de capital en el proceso de investigación. Tal es, por ejemplo, el caso de los mercados de capital de riesgo, ampliamente difundidos en Estados Unidos y el Reino Unido. Por otra parte, es posible que de los elementos anteriores se justifique la intervención de un agente diferente a los productores, consumidores y bancos, el cual puede ser el gobierno, tal que el financiamiento de las innovaciones radicales sea una responsabilidad pública, más que un acto de los agentes privados.

Veamos las consecuencias en el crecimiento de la presencia de bancos adversos al riesgo. Para lo anterior se puede definir que, en el estado estacionario, el nivel del acervo de capital por persona empleado en el sector que produce conocimientos, puede presentarse como en (27), pero considerando la formulación (29). Si sustituimos lo anterior se tiene que la tasa de crecimiento balanceada para la economía es

$$g = \frac{\phi\lambda(r_A, \rho - \sigma, 1 - \Pi)(1 - \tau)\delta h}{\Pi} - \frac{\alpha}{\gamma}. \quad (32)$$

De lo anterior se deduce que cuando r_A aumenta, también se elevará la tasa de crecimiento debido a que habrá un estímulo para canalizar mayor crédito al sector de investigación y desarrollo; cuando r aumenta, si recordamos que ésta depende de la tasa de descuento menos las tasa de crecimiento del acervo monetario, la tasa de crecimiento de equilibrio disminuye debido a que los bancos tienen un mayor estímulo para otorgar crédito al sector de bienes finales. Sin embargo, respecto a Π el problema aparece en forma menos simple: cuando la probabilidad de éxito aumenta tenemos que, la tasa r_A será mayor, pero los bancos que toman en cuenta tal situación han fijado un límite para el otorgamiento de crédito, reduciéndolo para aquellos proyectos de innovación radical. En un principio el sentido del cambio de la tasa de crecimiento respecto a un incremento en la probabilidad de éxito es ambiguo. Si se emplea una forma funcional para $\lambda(\bullet)$ similar a (30.1), y sustituimos en (32), se tiene que $\frac{\partial g}{\partial \Pi} > 0$, es decir, que cuando la probabilidad de éxito es mayor, la tasa de crecimiento de la economía tiende a aumentar.

Lo anterior es un resultado natural de la actividad bancaria caracterizada por su aversión al riesgo. Los bancos, bajo las circunstancias arriba señaladas, tenderán a aumentar el crédito a medida que se reduzca la probabilidad de fracaso de los proyectos innovadores, el

acervo de capital físico empleado en la producción de conocimientos aumentará en tanto los proyectos tiendan a ser más seguros, y debido a que tal acervo es un motor del crecimiento, la economía podrá alcanzar una tasa g relativamente mayor.

7. Una evaluación de los resultados

Recapitulemos los resultados anteriores, en especial los descritos en las ecuaciones (27) y (32). En ambos casos, se tiene que la tasa de crecimiento de equilibrio depende en modo esencial y positivamente de la calidad del capital humano empleado: es posible concebir una economía en la que la tasa de crecimiento de largo plazo es mayor en relación con otra, en la medida que la primera presenta un nivel de escolaridad mayor que la segunda, habida cuenta de que en este estudio se entiende por calidad, simplemente, un mayor tiempo destinado por los agentes económicos a la acumulación de capital humano en la escuela. Puede haber países con tasas de crecimiento cercanas a cero o negativas en el largo plazo, que podrían explicarse por la presencia de un nivel de calidad del capital humano muy bajo, cercano a cero.

Según las mismas ecuaciones, la tasa de crecimiento de equilibrio es una función creciente de la cantidad de recursos que los individuos depositan en los bancos. Una economía con una cantidad mayor de su riqueza en forma de depósitos, tenderá a incrementar su tasa de crecimiento. En este modelo, que supone desde el inicio la presencia de bancos, lo fundamental es que los depósitos son tan indispensables para el crecimiento del producto de la economía, como lo es la calidad del capital humano. La ausencia de pasivos en posesión del banco privado deviene en una situación equivalente a la ausencia de ahorro en la economía, debido a que el único agente en condiciones de asignarlo es el propio intermediario financiero.

Cuando la tasa de interés vinculada con el acervo de capital físico empleado en la producción de bienes finales, r , es mayor, entonces la tasa de crecimiento de equilibrio disminuye, en la medida en la que los bancos prefieran asignar más crédito a dicha actividad y menos recursos al sector que produce conocimientos. Este último es el motor del crecimiento, el primero no. Si se tiene en cuenta que en el estado estacionario $r = \rho - \sigma$, entonces la política monetaria influye directamente en su nivel. Cuando está presente una política monetaria expansiva en la que la tasa de variación del acervo de dinero está incrementándose, la tasa r disminuirá y, por lo tanto, habrá una reasignación de recursos por parte de los bancos tal que, el crédito al sector que produce conocimientos aumentará, y su efecto en la tasa de crecimiento balanceado es positivo. Una política monetaria contractiva tendrá efectos exactamente contrarios a los antes enunciados. Lo anterior, merece un análisis de política económica más detallado,

en el sentido de que la tasa de interés de largo plazo puede ser un objetivo de la política, donde un instrumento para manipularla es la política monetaria.

En este modelo se tiene que la relación de Fisher no se verifica, en tal sentido el dinero no es superneutral. Vinculado al hecho de que la tasa de interés de largo plazo, r , se afecta negativamente por la tasa de inflación, entonces la tasa de crecimiento de equilibrio se modifica por la política monetaria a través del sistema bancario, y con más precisión, mediante la elección de cartera bancaria.

En este caso se verifica una forma de efecto Tobin, pero es necesario precisar las diferencias con la postura original. Primero, aquí, el efecto Tobin afecta la tasa de crecimiento de equilibrio en la economía, en Tobin (1955, 1961 y 1965) afecta el acervo de capital por persona de equilibrio estacionario y, por lo tanto, al producto per-cápita de equilibrio estacionario. Segundo, aquí, el efecto Tobin ocurre sobre la base de que la relación de Fisher no se verifica, en cambio, la postura original no atendió este problema. En tercer lugar, el efecto positivo de una política monetaria expansiva en esta economía, ocurre en el contexto de una economía donde existen bancos, por contra, Tobin supone economías en las que los agentes privados administran su ahorro sin la presencia de intermediarios financieros, tal que las elecciones de cartera son realizadas por los individuos, y no por los bancos.

Por otra parte, se tiene que, cuando es mayor la tasa de interés vinculada con el acervo de capital empleado en la actividad de investigación y desarrollo, en ese mismo sentido aumentará la tasa de crecimiento de la economía. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que r_A puede aumentar por dos causas: a un grupo de ellas se les llamará determinísticas, al otro estocásticas.

De la ecuación (29) se puede ver de inmediato que las causas determinísticas que pueden modificar el nivel de r_A están relacionadas con el valor de los parámetros ϕ y γ , y con la magnitud del capital humano empleado en la actividad de investigación, H_A y del tamaño del mercado, Q . A medida que el empleo en la producción de conocimientos tiende a aumentar, la tasa de interés se elevará, y en cuanto el tamaño del mercado tienda a crecer, el rendimiento del capital físico empleado en el sector será mayor. Asimismo, cuando la productividad en el sector de investigación y desarrollo, ϕ , es mayor, la tasa r_A tenderá a aumentar.

En cuanto a la causa estocástica que influye en el rendimiento del capital físico empleado en la actividad de investigación y desarrollo, se tiene la probabilidad de que el diseño para un nuevo bien sea exitoso. A medida que tal probabilidad es menor, la tasa de interés asociada con el capital físico en el sector será mayor. Cuando los bancos son neutrales al riesgo, en la medida que el rendimiento del capital aumenta, porque Π es bajo, se incrementará de inmedia-

to el crédito, aun cuando la probabilidad de repago sea igualmente baja. Si los bancos son adversos al riesgo, en cambio, se ha mostrado que aun cuando pueda haber niveles de tasa de interés sumamente altos, debido a la baja probabilidad de éxito de un proyecto, los bancos tomarán en cuenta la probabilidad de fracaso, y de no pago, y reducirán el crédito al sector. Cuando los bancos son neutrales al riesgo, la tasa de crecimiento de equilibrio aumentará, en general, cuando se reduce la probabilidad de éxito de un proyecto, tal como se muestra en (27). Si los bancos son adversos al riesgo, una reducción de la probabilidad de éxito disminuye la tasa de crecimiento, porque los bancos canalizarán menos crédito al sector de investigación.

Para terminar. Los problemas centrales que se han referido en el presente artículo, radican en vincular algunos temas monetarios y financieros con el proceso de crecimiento de una economía tecnológicamente innovadora. Se ha descrito que tanto la presencia de un activo monetario, como de bancos, influyen en las condiciones reales en las que se verifica, o puede verificar la innovación tecnológica, y determinan las tasas de crecimiento que las economías pueden alcanzar. Visto en la forma global descrita, el problema planteado aquí, abre tan sólo diversas líneas para la discusión ulterior.

Bibliografía

- Aghion, Phillipe y Peter Howitt (1998). *Endogenous Growth Theory*, MIT Press.
- (1992). "A Model of Growth Through Creative Destruction", *Econometrica*.
- Arrow, Kenneth J. (1962a). "El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención", en N. Rosenberg (Comp.), *Economía del cambio tecnológico*, FCE, El Trimestre Económico, Lecturas 31, México, pp. 151-167.
- (1962b). "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, 29, pp. 155-173.
- Barro, Robert y Xavier Sala-i-Martin (1995). *Economic Growth*, McGraw-Hill.
- Bencivenga, Valerie y Bruce D. Smith (1991). "Financial Intermediation and Endogenous Growth", *Review of Economic Studies*, 58, pp. 195-209.
- Benetti, Carlo (1990). *Moneda y teoría del valor*, UAM-FCE, México.
- Bernanke, Ben y Alan Blinder (1988). "Credit, Money and Aggregate Demand", en G. Mankiw y D. Romer, *New Keynesian Economics*, vol. 2, MIT Press, pp. 325-336.
- Blanchard, Olivier (1990). "Why Does Money Affect Output?", en B. M. Friedman y F. H. Hahn (Comps.), *Handbook of Monetary Economics*, vol. II, North Holland.
- y Stanley Fischer (1988). *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press.
- Blinder, Alan (1997). *Central Banking in Theory and Practice*, MIT Press.
- Brock, W. A. (1974). "Money and Growth: The Case of Long Run Perfect Foresight", *International Economic Review*, 15.

- Geweke, J. (1986). "The Superneutrality of Money in the United States: An Interpretation of the Evidence", *Econometrica*, 54, pp. 1-21.
- Greenwood, Jeremy y Bruce D. Smith (1997). "Financial Markets in Development and the Development of Financial Markets", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21, pp. 145-181.
- Grossman, Gene y Elhanan Helpman (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press.
- Gomme, P. (1993). "Money and Growth Revisited: Measuring the Costs of Inflation in an Endogenous Growth Model", *Journal of Monetary Economics*, 32.
- Ireland, P. (1994). "Money and Growth: An Alternative Approach", *The American Economic Review*, Marzo.
- Jun, S. (1988). "The Long-Run Neutrality of Money: In Levels and in Growth Rates", (mimeo).
- King, Robert y Ross Levine (1993). "Finance, Entrepreneurship and Growth. Theory and Evidence", *Journal of Monetary Economics*, 32, pp. 513-542.
- LeRoy Miller, Roger y Robert W. Pulsinelli (1992). *Moneda y banca*, McGraw-Hill, 2a. ed.
- Lucas, Robert E. Jr. (1988). "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, 22, pp. 3-42.
- (1993). "Making a Miracle", *Econometrica*, 61, pp. 251-272.
- Mankiw, N. Gregory (1986). "The Allocation of Credit and Financial Collapse", en G. N. Mankiw and D. Romer (Comps.), *New Keynesian Macroeconomics*, MIT Press, vol. 2.
- Merton, Robert K. (1990). "Pricing Non-Monetary Assets", en B. M. Friedman y F. H. Hahn, *Handbook of Monetary Economics*, vol. I, North Holland.
- Mino, K. y A. Shibata (1995). "Monetary Policy, Overlapping Generations, and Patterns of Growth", *Economica*, 62, pp. 179-194.
- Orphanides, Athanasios y Robert Solow (1990). "Money, Inflation and Growth", en B. M. Friedman y F. H. Hahn, *Handbook of Monetary Economics*, vol. I, North Holland, pp. 224-260.
- Romer, David (1996). *Advanced Macroeconomics*, McGraw-Hill.
- Romer, Paul M. (1994). "The Origins of Endogenous Growth", *Journal of Economic Literature*, 8.
- (1990). "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98, pp. 71-102.
- (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037.
- Shi, Shouyong (1996). "Asymmetric Information, Credit Rationing and Economic Growth", *Canadian Journal of Economics*, vol. 29, pp. 665-687.
- Sidrauski, Miguel (1967). "Inflation and Economic Growth", *Journal of Political Economy*, vol. 75, pp. 796-810.
- Stein, J. L. (1970). "Monetary Growth Theory in Perspective", *American Economic Review*, vol. 60, pp. 85-106.
- Stiglitz, Joseph y Andrew Weiss (1981). "Credit Rationing in Markets with Imperfect Information", en G. N. Mankiw y D. Romer (Comps.), *New Keynesian Economics*, MIT Press, vol. 2, pp. 247-276.

- (1965). "Money and Economic Growth", *Econometrica*, vol. 33, pp. 671-684.
- (1961). "Money, Capital and other Stores of Value", *American Economic Review*, Papers and Proceedings, vol. 51, pp. 26-37.
- (1958). "La preferencia por la liquidez como comportamiento frente al riesgo", en E. Mueller, *Lecturas de Macroeconomía*, CECSA, México, pp. 181-200.
- Tobin, James (1955). "A Dynamic Aggregative Model", *Journal of Political Economy*, vol. 63, pp. 103-115.