Cuadernos de Economía, Año 37, Nº 111, pp. 273-298 (agosto 2000)

REFORMA FISCAL Y BIENESTAR: EL CASO DE CHILE[*]

MANUEL A. GÓMEZ[**]
J. ANTONIO SEIJAS[***]

ABSTRACT

Welfare-maximizing fiscal structures are determined in a two-sector model of endogenous growth calibrated for the Chilean economy. Under the baseline, the current tax structure is found to be close to the optimal one. The result that the tax on physical capital income is near to the optimal one is robust under parameter variations. The sensitivity analysis, though, shows that the optimal taxes on wages and consumption depend strongly on the value of the intertemporal elasticity of substitution. An analysis of the optimal structure of government expenditure suggests that reducing the subsidy to education could result in a welfare gain.

* Los autores agradecen la ayuda prestada por Rolf Lüders y José Díaz, así como los comentarios de dos evaluadores anónimos. Este trabajo ha sido financiado en parte por la Xunta de Galicia, bajo el proyecto PGIDT99PXI10005A.

** Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de A Coruña. E-mail: mago@udc.es. Dirección postal: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Campus da Zapateira, 15071 A Coruña, España. Teléfono: +34 981 167000; fax: +34 981 167070.

*** Profesor Ayudante de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de A Coruña. E-mail: jasm@udc.es.

Key words: Fiscal policy; endogenous growth; welfare
JEL Classification: H21; O41

1. Introducción

La cuantificación de los efectos de una reforma fiscal empleando modelos de crecimiento endógeno con capital humano es una cuestión relativamente reciente (véanse, por ejemplo, Lucas, 1990; Pecorino, 1994, y Stokey y Rebelo, 1995). La mayoría de estos estudios se ha concentrado básicamente en la relación entre tipos impositivos y crecimiento a largo plazo. Sin embargo, la cuestión de central importancia es la relación entre estructura fiscal y bienestar. Para la correcta cuantificación de la ganancia o pérdida de bienestar fruto de una reforma fiscal no es suficiente considerar los efectos a largo plazo sobre la tasa de crecimiento. También es preciso tener en cuenta la transición a la nueva senda de crecimiento equilibrado.

Generalmente, la acumulación de capital humano ha sido considerada o bien como una actividad que se realiza en el mercado, sujeta a imposición e incluida en el PIB (por ejemplo, Pecorino, 1993 y Mendoza, Milesi-Ferreti y Asea, 1997); o bien, como una actividad *de no mercado*, no sujeta a imposición ni computada en el PIB (por ejemplo, Lucas, 1990 y Grüner y Heer, 2000). Sin embargo, la especificación *de mercado* no contempla que una parte importante del coste de adquisición de capital humano consiste en el coste de oportunidad del "tiempo de estudio". Por otra parte, los modelos *de no mercado* no recogen el hecho de que, aun con una visión restrictiva de lo que es la inversión en capital humano, al menos parte de los salarios de los profesores y demás personal educativo, de los gastos en material escolar o de la construcción de escuelas, entre otros, son partidas que podrían considerarse como inversión en capital humano y sí se incluyen en el PIB. De hecho, algunos autores indican que en la inversión en capital humano también se podrían incluir algunos gastos en transporte, alimentación, salud … (véase Trostel, 1993). Para superar estas limitaciones, Pecorino (1994) propone un modelo en el que se introduce el coste de oportunidad del estudio.

El objetivo de este trabajo es determinar la estructura fiscal que maximizaría el bienestar en un modelo de crecimiento endógeno de dos sectores con capital humano, similar al de Pecorino (1994), calibrado para aproximar el comportamiento de la economía de Chile. La determinación de la política fiscal óptima en modelos de acumulación de capital humano es un tema que ha sido estudiado por diversos autores (entre otros, Jones, Manuelli y Rossi 1993, 1997 y Milesi-Ferreti y Roubini, 1998). El resultado que obtienen es que los impuestos sobre los rendimientos del capital y los salarios deben converger a cero, y también debe hacerlo el impuesto sobre el consumo para una clase de preferencias ampliamente utilizada. De este modo, las tasas impositivas a largo plazo son nulas. El gasto público se financia con el rendimiento de los activos acumulados por el gobierno a lo largo de la transición.

En este trabajo únicamente se considerarán políticas fiscales caracterizadas por tipos impositivos y tasas de subsidio constantes a lo largo del tiempo, y la reforma fiscal consistirá en cambios de una vez y para siempre de estas tasas. Debido a su simplicidad, estas políticas parecen estar entre las más realistas en la práctica. Recientemente, Coleman (2000) y Grüner y Heer (2000) han realizado trabajos relacionados. Este estudio se diferencia de ellos en varios aspectos. En ambos trabajos se supone que el gobierno debe financiar un gasto público dado exógenamente. De este modo, las variables de elección son únicamente los tipos impositivos, y no las variables de gasto público. Coleman (2000) emplea un modelo de un sector y no introduce el subsidio a la inversión en capital humano. Grüner y Heer (2000) consideran que el único coste de acumulación del capital humano es el coste de oportunidad del estudio, y no incluyen la imposición sobre el consumo ni el subsidio al gasto educativo en su análisis. Gómez (2000) emplea un modelo similar al utilizado en este trabajo calibrado para los EE.UU., pero determina únicamente la estructura impositiva óptima.

La implantación de un subsidio a la educación ha sido generalmente justificada mediante argumentos de equidad y por la existencia de restricciones al crédito o de externalidades. Sin embargo, como señala Trostel (1996), la presencia de impuestos distorsionadores permite introducir también un argumento de eficiencia. En este trabajo, estudiaremos la magnitud del subsidio a la educación que podría estar justificado por este argumento de eficiencia.

La estructura de este trabajo es la siguiente. En la sección 2 se exponen el modelo y las condiciones de crecimiento equilibrado. Intentando mantener al mínimo el número de parámetros predeterminados, se añaden como restricciones el que los valores de ciertas variables económicas predichas por el modelo coincidan con los observados. En la sección 3 se realiza la calibración del modelo. En la sección 4 se presentan los resultados de las simulaciones efectuadas. Las conclusiones se presentan en la sección 5.

2. Planteamiento del Modelo

En este trabajo consideraremos una economía con dos sectores. El primero de ellos produce bienes y capital físico, y el segundo, capital humano. Los capitales físico y humano se producen con funciones de producción Cobb-Douglas que emplean capital humano *H* y capital físico *K* como *inputs*:

(1.a) $$Y_K = F(vK, uH) = A(vK)^{\alpha}(uH)^{1-\alpha}$$

(1.b) $$Y_H = E(xK, zH) = B(xK)^{\beta}(zH)^{1-\beta}$$

donde v, u son las proporciones de capital físico y capital humano, respectivamente, destinados a la producción de bienes, y x, z son las proporciones de capital físico y capital humano, respectivamente, destinados a la producción de capital humano. Las tasas de depreciación de los capitales físico y humano son δ_K y δ_H. Si L denota el tiempo libre; esto es, la fracción de tiempo que no se emplea trabajando o estudiando, las restricciones de utilización de los capitales físico y humano implican que

(2.a) $v + x = 1$

(2.b) $u + z + L = 1$

Al igual que Pecorino (1994), supondremos que la acumulación de capital humano se realiza en el mercado, pero una proporción ε de los costes del *input* trabajo en su producción representan costes de oportunidad del estudio, y por lo tanto, no sujetos a imposición ni computados en el PIB, de forma que

$$Y = Y_K + R_K^H xK + (1-\varepsilon)p^H R_H^H zH$$

donde R_i^j es el rendimiento del factor i en el sector j, i, j = K, H, y p^H es el precio relativo del capital humano en términos de capital físico.

Las condiciones de primer orden para la maximización de beneficios de las empresas suponen que a cada factor se le pague su producto marginal. En consecuencia,

(3.a) $F_1 = R_K^K$, $\quad p^H E_1 = R_K^H$

(3.b) $F_2 = p^H R_H^K$, $\quad E_2 = R_H^H$

donde F_j y E_j denotan, respectivamente, las derivadas parciales de F y E respecto del j-ésimo argumento, j =1,2. En ausencia de incertidumbre, el rendimiento neto después de impuestos de cada factor debe ser igual en ambos sectores:

(4.a) $(1-\tau_K^K)R_K^K = (1-\tau_K^H)R_K^H$

(4.b) $(1-\tau_H^K)p^H R_H^K = (1-\tau_H^H)p^H R_H^H$

donde τ_i^j es la tasa de imposición del factor i en el sector j, i, j = K, H. Supondremos que τ_H^H refleja en qué medida el *input* capital humano en la producción de capital humano representa un coste de oportunidad. Así, si todo este *input* se considera coste de oportunidad, entonces $\tau_H^H = 0$.

La economía está compuesta por agentes idénticos que alquilan el capital físico y humano a las empresas. Sus preferencias vienen descritas por la función de utilidad

(5.a) $\overline{U} = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} U(C,L)dt$

donde ρ es la tasa de preferencia temporal y C es el consumo privado. Supondremos que la función de utilidad presenta una elasticidad de sustitución intertemporal constante:

(5.b) $$U(C,L) = \begin{cases} \dfrac{(CL^{\eta})^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma}, & \text{si } \sigma \neq 1 \\ \log C + \eta \log L, & \text{si } \sigma = 1 \end{cases}$$

Los consumidores maximizan su utilidad sujetos a la restricción presupuestaria

(6) $$(1-\tau_K^K)R_K^K vK + (1-\tau_K^H)R_K^H xK + p^H(1-\tau_H^K)R_H^K uH$$

$$+p^H(1-\tau_H^H)R_H^H zH + S = (1+\tau_C)C + p^H(1-s^H)I_H + I_K$$

I_K es el nuevo capital físico, I_H es el nuevo capital humano, s^H es el subsidio a la acumulación de capital humano, τ_C es la tasa de imposición sobre el consumo y S son las transferencias de suma fija a los consumidores. Empleando (2) y (4), es posible expresar la restricción presupuestaria del consumidor (6) como:

(7) $$(1-\tau_K^K)R_K^K K + p^H(1-\tau_H^K)R_H^K(1-L)H + S = (1+\tau_C)C + p^H(1-s^H)I_H + I_K$$

Las variaciones de los *stocks* de capital físico y humano vienen dadas por

(8.a) $\dot{K} = I_K - \delta_K K$

(8.b) $\dot{H} = I_H - \delta_H H$

Supondremos que el gobierno financia su gasto a través de un presupuesto equilibrado en cada momento del tiempo: esto es,

(9) $$\tau_K^K R_K^K vK + \tau_K^H R_K^H xK + p^H \tau_H^K R_H^K uH + p^H \tau_H^H R_H^H zH + \tau_C C = S + G + p^H s^H I_H$$

donde G es el gasto público en bienes y servicios. Supondremos también que los porcentajes de gasto público y transferencias respecto al PIB son constantes a lo largo de la senda de crecimiento equilibrado, de forma que G/Y=g, S/Y=s, siendo g y s constantes. En otro caso, estas proporciones tenderían a 0 o a 1 asintóticamente. Sustituyendo la restricción presupuestaria del gobierno (9) y la restricción presupuestaria (7) en la condición de acumulación de capital físico (8.a), y empleando la homogeneidad de F, obtenemos la restricción para toda la economía:

$$\dot{K} = Y_K - C - G - \delta_K K$$

En la senda de crecimiento equilibrado, C, K y H crecen a una misma tasa constante que denotaremos por γ. Las siguientes condiciones caracterizan la senda de crecimiento equilibrado (véase el Anexo 1):

(10) $$\gamma = \frac{1}{\sigma}(r - \rho)$$

(11) $$r = (1 - \tau_K^K)\alpha A\left(\frac{vK}{uH}\right)^{\alpha - 1} - \delta_K$$

(12) $$r = \frac{1 - \tau_H^H}{1 - s^H}(1 - \beta)B\left(\frac{xK}{zH}\right)^{\beta}(1 - L) - \delta_H$$

(13) $$\frac{\alpha u}{(1 - \alpha)v}\frac{1 - \tau_H^H}{1 - \tau_K^H} = \frac{\beta z}{(1 - \beta)x}\frac{1 - \tau_H^K}{1 - \tau_K^K}$$

(14) $$\gamma = Bz\left(\frac{xK}{zH}\right)^{\beta} - \delta_H$$

(15) $$\frac{C}{K}\frac{K}{H} = \frac{L}{\eta}\frac{(1 - \tau_H^K)}{(1 + \tau_C)}A(1 - \alpha)\left(\frac{vK}{uH}\right)^{\alpha}$$

(16) $$\gamma = \frac{Y_K}{K} - g\frac{Y}{K} - \frac{C}{K} - \delta_K$$

(17) $$x = 1 - v$$

(18) $L = 1 - u - z$

La ecuación (10) relaciona la tasa de crecimiento con el rendimiento neto del capital y la elasticidad de sustitución intertemporal. Las ecuaciones (11) y (12) igualan las tasas reales de rendimiento de cada factor, netas de impuestos y depreciación, con el tipo de interés. La ecuación (13) se sigue de la igualdad de los rendimientos de cada factor en ambos sectores. La ecuación (14) establece que a largo plazo el capital humano crece a la misma tasa que el consumo y el capital físico. La ecuación (15) refleja la igualdad entre la tasa marginal de sustitución entre consumo y ocio, y la tasa de rendimiento real del capital humano. La ecuación (16) es la restricción de recursos para la economía en su conjunto.

Denominemos $\omega = H/K$, y $\chi = C/K$. El sistema de ecuaciones (10)-(18) permite determinar las incógnitas del modelo: γ, r, ω, χ, u, v, x, z, L.

3. Calibración del Modelo

En esta sección, se calibra el modelo presentado en la Sección 2, de forma que aproxime el comportamiento de la economía de Chile.

La evidencia empírica disponible muestra la gran disparidad existente entre las estructuras impositivas de los distintos países (véase, por ejemplo, Mendoza *et al.*, 1997, Cuadro 2). Asumiendo que la estructura impositiva refleja, al menos en parte, el comportamiento racional de un gobierno que elige la forma óptima de financiar su gasto, es razonable suponer que la estructura impositiva óptima varía sensiblemente entre distintas economías; esto es, que resulta sensible al valor de ciertos parámetros del modelo. Por ello, es importante que la calibración se ajuste lo más posible a las condiciones de la economía objeto de estudio, y que el número de parámetros predeterminados se reduzca al mínimo.

En el Cuadro 1 se recogen los valores base de los parámetros predeterminados empleados en la calibración, así como los empleados en el análisis de sensibilidad. El valor de los restantes parámetros del modelo se determinará en la calibración. Para ello, se exige que el modelo prediga con exactitud los valores de algunas magnitudes económicas, que se presentan en el Cuadro 2. A continuación, explicaremos algunas cifras.

CUADRO 1
VALORES DE LOS PARAMETROS PREDETERMINADOS

		Valores base	Análisis de Sensibilidad	
Constante de productividad	A	1	--	
Tasa de preferencia temporal	ρ	0.034	0.02	0.06
Tasa de depreciación del capital humano	δ_H	0.02	0.005	0.04

CUADRO 2
DATOS BASE A IGUALAR POR EL MODELO

Tasa de crecimiento de largo plazo del PIB per cápita	γ	0.02
Proporción de capital físico respecto al PIB	K/Y	2.5
Inversión explícita en capital humano (gasto en educación) respecto al PIB	I_E/Y	0.056
Gasto público en educación respecto al PIB		0.031
Gasto público en educación respecto al gasto total en educación		0.5536
Gasto público (incluye gasto público en educación) respecto al PIB		0.106
Consumo privado (incluye gasto privado en educación) respecto al PIB		0.636
Gasto público (sin gasto en educación) respecto al PIB	g	0.075
Consumo privado (sin gasto en educación) respecto al PIB	C/Y	0.611
Ingresos por impuestos sobre los rendimientos del capital (% PIB)		2.7
Ingresos por impuestos sobre los salarios (% PIB)		2.2
Ingresos por impuestos sobre el consumo (% PIB)		12.8
Tiempo de trabajo	u	0.174
Tiempo de estudio	z	0.114

Para hallar las tasas impositivas medias sobre los rendimientos del capital, los salarios y el consumo, hemos tomado los datos de Zee (1998, Cuadro 1) para 1995, excluyendo los ingresos tributarios de CODELCO (al igual que hacen, por ejemplo, Budnevich y Le Fort, 1997). El impuesto sobre los rendimientos del capital comprende la primera categoría (2% del PIB), la tasa adicional del 40% sobre utilidades de empresas del estado (0.1%) y la tasa adicional sobre las remesas al exterior (0.6%), de modo que resulta un acumulado de 2.7% del PIB. El impuesto sobre los salarios (la segunda categoría) recaudó el 0.9% del PIB. Puesto que el global complementario (0.5%) y el resultado de realizar otros ajustes (-0.4%) prácticamente se cancelan, tomaremos los anteriores porcentajes como aproximadamente válidos. Además, al impuesto sobre los salarios se le añade la recaudación de la seguridad social, que representa el 1.3% del PIB, de forma que se obtiene que el impuesto sobre los salarios recauda aproximadamente un 2.2% del PIB. Para calcular la proporción que representa el impuesto sobre el consumo, hemos sumado el correspondiente al IVA (8%), impuestos especiales (1.8%), actos jurídicos (0.6%), impuestos sobre el comercio internacional (2%) y otros (0.4%), resultando un valor aproximado del 12.8% del PIB. Supondremos, además, que en el sector educativo, el impuesto sobre los rendimientos del capital, τ_K^H, es nulo.

El PIB de Chile en el período 1985-95 se divide en los porcentajes del 63.6% para el consumo privado, 10.6% para el gasto público del gobierno (en ambos casos, incluyendo gasto en educación) y 25.8% para la inversión. Empleando datos de la *OECD Education Database*, en el año 1995 el gasto explícito en inversión en capital humano (educación en el modelo considerado) respecto al PIB fue del 5.6%, del cual el 3.1% representa gasto público y el 2.5% restante representa gasto privado en educación. Esta cantidad se computa como consumo privado en la contabilidad nacional, por lo que ha de ser sustraída de éste. De igual modo, al valor del gasto público como porcentaje del PIB, que en el período 1985-95 es del 10.6%, se le resta la parte correspondiente a gasto público en educación.

La proporción que representan los costes de oportunidad del estudio y/o el aprendizaje en la inversión en capital humano es difícil de determinar. Mincer (1989) estima que los costes de aprendizaje en el trabajo representan aproximadamente un tercio del total de costes de educación y adquisición de experiencia, aunque los datos de Kendrick (1976) sugieren una proporción algo inferior. Prácticamente todos los costes de aprendizaje en el trabajo se financian a través de menores salarios, por lo que representan costes de oportunidad. Clotfelter (1991) estima que la proporción del coste de oportunidad en el coste de adquisición de una unidad de capital humano varía en los varones entre el 73% en las universidades públicas y el 49% en las privadas, mientras que entre las mujeres estas cifras son el 66% y el 41%, respectivamente. De este modo, podemos estimar un rango de 0.6-0.81 para ε. Sin embargo, puesto que este valor está sujeto a una gran imprecisión, será determinado en la calibración. En lo que respecta a la proporción del coste del capital físico respecto al coste total de adquisición del capital humano, Bowen (1987) sitúa en un 17% la proporción de los costes de capital y en un 5% la correspondiente a libros y equipamiento. Por ello, tomaremos esa proporción igual a 19.5%, la media del rango 17-22% anterior.

Las estimaciones de la depreciación del capital humano la sitúan entre el 0.2% (Heckman, 1976), el 1.2% (Mincer, 1974), al 3-4% (Haley, 1976). En este trabajo, tomaremos la cifra del 2% como valor base, similar a la empleada por Pecorino (1994), y en el rango establecido por los estudios anteriormente citados. En el análisis de sensibilidad, consideraremos los valores de δ_H = 0.5% y δ_H = 4%. El valor base de la tasa de preferencia temporal, ρ, será 0.034, igual al empleado por Lucas (1990) y Pecorino (1994). En el análisis de sensibilidad, se utilizarán los valores 0.02 y 0.06.

Como tasa de crecimiento de equilibrio de largo plazo, tomaremos el valor de γ =2% per cápita, semejante a la considerada habitualmente para la economía de los EE.UU. (véase Braun y Braun, 1999, para una discusión).

A falta de estimaciones más precisas, supondremos que en el equilibrio de largo plazo el tiempo de trabajo es u =0.174, y el tiempo dedicado a la acumulación de capital humano es z =0.114, la media de los rangos estimados por Jones, Manuelli y Rossi (1993, pp. 499-500) para la economía de los EE.UU. en el período 1960-1985.

Nehru y Dhareshwar (1993) obtienen una media de la proporción entre el *stock* de capital físico y el PIB de Chile para el período 1950-90 de 2.54, mientras que King y Levine (1994) obtienen una media de 1.43 para el período 1965-88. Arellano y Braun (1999) hallan un valor de 2.4 para el año 1995 (y señalan que sus resultados son similares a los obtenidos por otros autores), aunque para el período 1960-1998, Coeymans (1999) halla una media de 3.26 para la proporción entre el *stock* de capital físico y el PIB en el período 1960-1998 (2.72 en el año 1995). Tomaremos un valor intermedio de 2.5 para esta variable.

Los resultados obtenidos tras la calibración del modelo se muestran en el Cuadro 3. Se observa que la intensidad del capital en el sector educativo es muy inferior a la del sector productor de bienes, y que el valor de ε está en la parte superior del rango señalado anteriormente. Por otra parte, el valor de α = 0.468 obtenido en el caso base está en línea con los obtenidos por otros autores. Por ejemplo, Roldós (1997) obtiene un valor de la participación del capital de 0.442 a través de regresiones econométricas para el período 1966-1995. En el modelo de dos sectores empleado, el valor de α corresponde a la participación del capital en el sector productor de bienes y capital físico. Puesto que este sector es más intensivo en capital que el sector de producción de capital humano y tiene un peso en el PIB muy superior al de este último, el valor de α en este modelo debería ser algo superior al obtenido por Roldós. Para aclarar este aspecto, supongamos que R_K denomina el rendimiento del capital físico si suponemos que hay un único sector de producción. En consecuencia, tendríamos que

$$R_K^K vK + R_K^H xK = R_K K$$

que también se puede expresar como:

$$\frac{R_K^K vK}{Y_K}\frac{Y_K}{Y} + \frac{R_K^H xK}{p^H Y_H}\frac{p^H Y_H}{Y} = \frac{R_K K}{Y}$$

o, de forma equivalente, empleando (3) y puesto que la tecnología es del tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes (ecuación 1):

$$\alpha\frac{Y_K}{Y} + \beta\frac{p^H Y_H}{Y} = \alpha^E \tag{19}$$

Aquí, α^E denota la participación del capital físico suponiendo que hay un único sector, que presenta rendimientos constantes a escala. El valor de Y_K/Y sería la proporción del PIB no gastado (de forma explícita) en acumulación de capital humano:

$$\frac{Y_K}{Y} = 1 - \frac{I_E}{Y}$$

Tomando el valor de β obtenido en la calibración (véase Cuadro 3), y el valor de α^E estimado por Roldós (1997), únicamente resta por hallar el valor de $p^H Y_H/Y$ para determinar el valor de α. El gasto explícito en inversión en capital humano, I_E ,viene dado por:

$$R_K^H xK + (1-\varepsilon)p^H R_H^H zH = I_E$$

que, empleando (1.b) y (3), puede ser expresado como

$$\frac{R_K^H xK}{p^H Y_H} + (1-\varepsilon)\frac{p^H R_H^H zH}{p^H Y_H} = \beta + (1-\varepsilon)(1-\beta) = \frac{I_E}{Y}\frac{Y}{p^H Y_H}$$

Esta última ecuación permite obtener el valor de $p^H Y_H/Y$, según:

$$\frac{p^H Y_H}{Y} = \frac{I_E/Y}{\beta + (1-\varepsilon)(1-\beta)} \tag{20}$$

CUADRO 3
RESULTADOS DE LA CALIBRACION

		Base	δ_H=0.005	δ_H=0.04
Constante de productividad	B	0.368	0.229	0.553
Parámetros de intensidad factorial	α	0.468	0.4	0.563
	β	0.033	0.029	0.04
Tasas de imposición sobre los salarios	τ_H^K	0.0402	0.0360	0.0481
	τ_H^H	$(1-\varepsilon)\tau_H^K$	$(1-\varepsilon)\tau_H^K$	$(1-\varepsilon)\tau_H^K$
Tasas de imposición sobre los rendimientos del capital	τ_K^K	0.0610	0.0714	0.0508
	τ_K^H	0	0	0
Tasa de imposición sobre el consumo	τ_C	0.2095	0.2095	0.2095
Tasa de depreciación del capital físico	δ_K	0.0832	0.0832	0.0832
Tasa de subsidio a la inversión en capital humano	s^H	0.0944	0.0838	0.1146
Transferencias de suma fija respecto al PIB	s	0.071	0.071	0.071
Proporción del coste del *input* trabajo en el sector de producción de H que representa coste de oportunidad	ε	0.858	0.874	0.826
Inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal	σ	2.66	1.38	4.45
Elasticidad intertemporal del tiempo de ocio	η	2.67	3.02	2.17
Proporción entre capital físico y capital humano	K/H	1.06	0.86	1.57

Nota: Al variar ρ, únicamente cambia el valor del parámetro σ, permaneciendo los restantes inalterados con respecto al caso base. Si ρ=0.02, entonces σ=3.36. Si ρ=0.06, entonces σ=1.36.

Sustituyendo (20) en la ecuación (19), y empleando los valores de β y ε hallados en la calibración (véase el Cuadro 3), y el valor de I_E/Y=5.6% (véase el Cuadro 2), se obtiene un valor de α = 0.457, próximo al valor de 0.468 obtenido en la calibración. Realizando este mismo cálculo, empleando el valor de α^E = 0.454 considerado por Braun y Braun (1999), resultaría un valor de α = 0.469, similar al derivado en nuestra calibración.

Si se varía el valor de la tasa de preferencia temporal, ρ, únicamente cambia el valor del parámetro σ. Esto hace que sea importante realizar un análisis de sensibilidad que permita determinar cómo se alteran los resultados obtenidos ante variaciones de ρ o, de forma equivalente, en el parámetro σ, pues la relación entre ambos es lineal a través de la ecuación (10). Ahora, al disminuir el valor de ρ hasta 0.02, el parámetro σ aumenta hasta 3.36; mientras que si ρ = 0.06, ahora σ disminuye hasta 1.36.

Por el contrario, variaciones en la tasa de depreciación del capital humano, δ_H, provocan cambios en los valores de muchos de los parámetros del modelo. En particular, se observa que el valor de α aumenta al aumentar δ_H (α = 0.56 cuando δ_H = 4%), y disminuye al disminuir δ_H (α = 0.4 cuando δ_H = 0.5%). El valor de α resultaría ser excesivamente elevado, en el primer caso, y reducido, en el segundo. Ello parece indicar la bondad del valor de δ_H escogido como base. A pesar de ello, incluiremos los resultados del análisis de sensibilidad ante variaciones de δ_H.

4. Resultados de las Simulaciones

Cuando se realizan simulaciones sobre la economía de los EE.UU., una hipótesis habitual es suponer que la economía se encuentra en la senda de crecimiento equilibrado antes de la reforma fiscal. Sin embargo, al considerar el caso de Chile, supondremos que la economía se encuentra en la transición hacia el estado estacionario antes de la reforma, y que C_t y L_t son las evoluciones de C y L con la estructura fiscal actual. En el momento t=0, se produce la reforma, induciendo nuevas sendas del consumo C_t^τ y del ocio L_t^τ. Entonces, la ganancia de bienestar es el valor de κ tal que

$$\int_0^\infty e^{-\rho t}\, U(C_t(1+\kappa), L_t)\,dt = \int_0^\infty e^{-\rho t}\, U(C_t^\tau, L_t^\tau)\,dt$$

El parámetro κ mide la fracción de consumo con la que habría que compensar al individuo para que fuese indiferente entre la situación anterior y la posterior a la reforma (véase Lucas, 1990). La transición al estado estacionario se determina empleando el *método de eliminación del tiempo* propuesto por Mulligan y Sala-i-Martin (1993). El sistema dinámico que rige el comportamiento de la economía, y su derivación, se presentan en el Anexo 1.

Para determinar el punto en el que se halla la economía chilena en la senda de la transición hacia el estado estacionario, supondremos que el valor de K/H es aproximadamente las dos terceras partes de su valor en el estado estacionario.

Braun y Braun (1999) hallan que la proporción entre el capital físico y el capital humano es en Chile la tercera parte de la correspondiente a los EE.UU. Sin embargo, como señala Barro (1999), estos datos habrían de ser ajustados por la "calidad" del capital humano. Por ello, como aproximación, supondremos que la ratio capital físico/capital humano se halla en los 2/3 de su valor en el estado estacionario, aunque otras simulaciones efectuadas (no recogidas en este trabajo) muestran que los resultados obtenidos son robustos a la elección del valor inicial de K/H en un entorno del escogido.

En el Cuadro 4 se presentan las estructuras fiscales óptimas, bajo diversas hipótesis, para la maximización del bienestar en el caso base. Para la determinación de la estructura óptima se ha supuesto que el presupuesto público está equilibrado en cada momento del tiempo, que la deuda es cero, y que, en la nueva senda de crecimiento equilibrado, los parámetros fiscales que no se determinan óptimamente se mantienen en los valores que tenían antes de la reforma fiscal, presentados en los Cuadros 2 y 3. A lo largo de la transición al nuevo estado estacionario, las transferencias de suma fija respecto al PIB se ajustan hasta alcanzar su valor de estado estacionario. En la primera columna se muestran las variables fiscales que se determinan de forma óptima en cada caso. En las columnas segunda a séptima, se recogen los valores óptimos de las variables fiscales de elección. En la columna s^{H*}, cuando este parámetro se determina de forma óptima, se presenta entre paréntesis el valor correspondiente de la proporción de gasto público en educación respecto al gasto total (explícito) en educación. Aquellas variables que han sido mantenidas constantes en sus valores base se representan con "—". En la columna γ^* se presenta el valor de la nueva tasa de crecimiento de equilibrio de largo plazo tras la reforma. En la columna κ^* se recoge la ganancia de bienestar obtenida como fruto de la reforma. Además, se presentan los valores en el nuevo estado estacionario de la proporción del consumo privado en el PIB, $(C/Y)^*$.

Cuando el parámetro de gasto público en bienes y servicios, g, se mantiene constante, la ganancia de bienestar alcanzable es relativamente limitada (como máximo del 0.182%), especialmente en comparación con las ganancias de bienestar alcanzables si este parámetro se fija de forma óptima. Este resultado y el hecho de que el valor óptimo de g sea cero no son extraños puesto que, en el modelo empleado, el gasto público no tiene ningún efecto positivo sobre la economía, afectando, por ejemplo, a la utilidad de los consumidores o a la productividad de los *inputs* privados. También se observa que, en cualquiera de los casos considerados, la tasa de crecimiento de equilibrio de largo plazo se reduciría (entre el 1.6% y el 1.996%) con respecto a la tasa de largo plazo del 2% que resultaría de la estructura fiscal anterior a la reforma.

Suponiendo que los parámetros de gasto fiscal (s, s^H y g) vienen dados de forma exógena, estudiaremos la estructura impositiva óptima para financiar ese gasto. Si las variables de elección son las tasas de imposición sobre los rendimientos de los factores (τ_K y τ_H), la política óptima supondría disminuir ligeramente el impuesto sobre los rendimientos del capital (pasar del 6.1% al 5.89%), y aumentar la imposición sobre los salarios desde el 4.02% estimado hasta el 4.20%. Puesto que la estructura óptima está muy cercana a la actual, la ganancia de bienestar sería muy reducida ($3x10^{-6}$%). Lo limitado de la ganancia de bienestar fruto de fijar de forma óptima τ_k y τ_h concuerda con los resultados obtenidos por Coleman (2000).

CUADRO 4
ESTRUCTURA FISCAL OPTIMA EN EL CASO BASE (EN %)

	τ_K^*	τ_H^*	τ_C^*	s^{H*}	s^*	g	γ^*	κ^*	(C/Y)*
τ_K, τ_H	5.89	4.20	---	---	---	---	1.996	3×10^{-6}	61.05
τ_K, τ_H, τ_C	6.29	5.63	19.25	---	---	---	1.97	2×10^{-3}	61.2
s^H, s	---	---	---	4.79 (25.9)	8.74	---	1.74	0.182	61.04
s^H, s, g	---	---	---	7.61 (43.2)	16.75	0	1.60	11.32	68.1
τ_K, τ_H, τ_C, s, g, s^H	0	0	0	0	0	0	1.88	13.75	67.2

Si, además, el impuesto sobre el consumo se fija de forma óptima, la estructura impositiva óptima también está muy cercana a la actual. Los resultados indican que el gravamen sobre los rendimientos del capital debería aumentarse levemente hasta el 6.29% y el impuesto sobre los salarios hasta el 5.63%, mientras que el impuesto sobre el consumo caería desde el 20.85% estimado hasta el 19.25%. La ganancia de bienestar, dada la cercanía de la estructura impositiva actual con la óptima, sería también reducida ($2x10^{-3}$%). Fruto de esta reforma, la tasa de crecimiento de equilibrio de largo plazo experimentaría una leve disminución del 0.03%.

Si el tiempo de ocio no fuese un argumento de la función de utilidad, la política óptima consistiría en establecer un impuesto sobre el consumo. Cuando el ocio se incorpora a la función objetivo, esta política favorecería el *consumo* de ocio con respecto al consumo del bien físico. Esta situación obliga a disminuir el impuesto sobre el consumo, compensándolo con impuestos que gravan el rendimiento de los factores. La relación entre los impuestos óptimos sobre los salarios, los rendimientos del capital y el consumo depende, como se pondrá de manifiesto en el análisis de sensibilidad, de los valores particulares que tomen los parámetros.

Suponiendo ahora que los parámetros de ingreso fiscal (τ_K, τ_H y τ_C) vienen dados exógenamente por sus valores estimados, estudiaremos a continuación la composición óptima del gasto, dados los ingresos obtenibles con esas tasas impositivas. Como ya se ha señalado, la propia estructura del modelo supone que si el gasto público respecto al PIB, g, se determina de forma óptima, su valor es cero. Si nos centramos en la situación en la que los parámetros s y s^H se determinan de forma óptima, y g se mantiene constante en su valor estimado, la proporción del gasto público en educación respecto al total habría de reducirse prácticamente a la mitad: desde el 55.36% ($s^H = 9.44$%) hasta el 25.9% ($s^H = 4.79$%), mientras que la proporción de las transferencias respecto del PIB aumentaría desde el 7.1% hasta el 8.74%. Este resultado indica que un aumento de las transferencias compensado por una disminución del subsidio a la educación supondría una mejora del bienestar. El aumento del bienestar sería ligero (0.182%), pero superior al alcanzable mediante una reforma de la estructura impositiva.

Si también g se determina de forma óptima, su valor óptimo sería cero. Sin embargo, puesto que tenemos la misma proporción de ingresos por impuestos sobre el PIB, estos ingresos adicionales disponibles se reparten entre las transferencias (que pasan del 8.74% de la situación anterior al 16.75% del PIB), y el subsidio a la educación (que pasa del 25.9% al 43.2% del gasto total explícito en educación). La consecuencia que podemos extraer es que, si fuese posible una reducción del gasto público en bienes y servicios y se mantiene el nivel de gasto, los nuevos recursos disponibles se repartirían entre transferencias y subsidio. En el caso extremo de que g se redujese a cero, la tasa de subsidio a la educación sería aún inferior a la actual estimada (43.2% frente al 55.36% estimado).

El hecho de que el valor óptimo del subsidio a la educación sea positivo tiene una sencilla explicación. Como señala Trostel (1993), la introducción de un impuesto sobre los salarios disminuye el rendimiento del capital humano. Sin embargo, mientras que el coste de oportunidad del tiempo empleado en su producción se reduce en esa misma proporción, el coste de los restantes *inputs* empleados, en general, no se reduce por la introducción del impuesto. De este modo, la imposición sobre los salarios desincentiva en mayor medida las inversiones monetarias explícitas en capital humano que la inversión de tiempo. Un subsidio a la educación incentiva la inversión en capital humano y, puesto que reduce el coste privado de las inversiones monetarias en capital humano, estimula éstas más que las inversiones de tiempo. Por lo tanto, subsidiar la educación invierte la distorsión inducida por la imposición sobre los salarios de modo que, dependiendo de su cuantía, podría aumentar el bienestar. En presencia de imperfecciones del mercado (por ejemplo, externalidades), el efecto positivo de este subsidio podría ser aún mayor, lo que justificaría un subsidio superior al obtenido en este trabajo.

Considerando simultáneamente la estructura óptima de gastos e ingresos, se observa en la última fila del Cuadro 4 que, de acuerdo con los resultados obtenidos por la teoría de la imposición óptima, la estructura óptima consistiría en igualar todas las tasas a cero.

A continuación, se realiza un análisis de la sensibilidad de los resultados ante variaciones en el valor de la tasa de preferencia temporal, ρ, tomando los valores $\rho = 0.02$ y $\rho = 0.06$, y de la tasa de depreciación del capital humano, δ_H, que tomará los valores 0.5% y 4%. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 5.

Como se ha señalado anteriormente, la evidencia empírica hace razonable suponer que la estructura impositiva óptima refleja, en cierta medida, las diferencias entre economías, manifestadas en los distintos valores que toman los parámetros. Esta hipótesis se ve confirmada por los datos expuestos en el Cuadro 5. Un valor de $\rho = 0.02$ supone que, en la recalibración, únicamente varíe el valor de σ, que pasa a ser ahora de 3.36. Cuando $\rho = 0.06$, el parámetro σ disminuye hasta 1.36. Se observa que a medida que aumenta el valor de ρ desde 0.02 hasta 0.06 (y disminuye el valor de σ de 3.36 a 1.36), en la estructura impositiva óptima de los impuestos sobre los rendimientos de los factores, τ_K disminuye desde el 6.19%

hasta el 3.67%, el valor de τ_H aumenta del 3.95% hasta el 5.85%, la tasa de crecimiento de equilibrio de largo plazo pasa del 2% al 1.85% per cápita, y la ganancia de bienestar aumenta sensiblemente. Cuando τ_K, τ_H y τ_C se fijan de forma óptima, las diferencias se hacen aún más notables. Ahora, a medida que aumenta el valor de ρ (y disminuye σ), se observa una importante redistribución de la carga impositiva, aumentando ligeramente τ_K (algo más de un punto porcentual), haciéndolo de forma notable τ_H (casi 10 puntos porcentuales), y disminuyendo de forma acusada el valor óptimo de τ_C (prácticamente 11 puntos). Al igual que en el caso anterior, al aumentar ρ, disminuye la tasa de crecimiento de equilibrio de largo plazo (del 2.01% al 1.51% per cápita), y la ganancia de bienestar aumenta de forma acusada, pasando del $9\text{x}10^{-6}$% al 0.17%. El análisis de sensibilidad refuerza la observación de que la ganancia de bienestar alcanzable es muy superior cuando también el impuesto sobre el consumo se fija de forma óptima.

En el Cuadro 5 se observa una fuerte redistribución de los ingresos impositivos entre impuestos sobre el consumo e impuestos sobre los rendimientos de los factores, especialmente el impuesto sobre los salarios, a medida que varía la elasticidad de sustitución intertemporal. Esta reestructuración puede ser explicada del siguiente modo. Cuando el valor de σ es bajo, los consumidores no tienen inconveniente en que haya grandes variaciones en el consumo a lo largo del tiempo. Sin embargo, cuando el valor de σ es alto, los consumidores tienen un fuerte incentivo para mantener un consumo uniforme a lo largo del tiempo. Un impuesto sobre la renta conduce a una mayor imposición del consumo diferido (futuro) con respecto al consumo actual, mientras que un impuesto sobre el consumo constante impone la misma carga al consumo futuro que al actual. Por lo tanto, la elección entre el impuesto sobre la renta y el impuesto sobre el consumo puede expresarse en términos de la elección de las tasas óptimas de imposición sobre el consumo presente y futuro. Puesto que los consumidores prefieren suavizar su consumo cuando el valor de σ es alto, también preferirán una mayor imposición sobre el consumo, que impone la misma carga al consumo futuro que al actual. Esta sustitución se manifiesta especialmente entre el impuesto sobre el consumo y el impuesto sobre los salarios.

Dada la estructura impositiva actual, si se estudia la distribución óptima del gasto del gobierno, los resultados se muestran bastante robustos. Si s y s^H se determinan de forma óptima, mientras que g se mantiene constante en su valor estimado, la proporción del gasto público en educación respecto al total habría de reducirse desde el 55.36% ($s^H = 9.44\%$) hasta el 24% ($s^H = 4.36\%$) cuando $\rho = 0.02$, y hasta el 28.6% ($s^H = 6.1\%$) cuando $\rho = 0.06$, mientras que la proporción de las transferencias respecto del PIB aumentaría desde el 7.1% hasta el 8.81% y el 8.89%, respectivamente. Por lo tanto, el resultado de que, dada la estructura impositiva actual, el subsidio a la educación podría ser reducido, parece ser robusto. El aumento del bienestar sería en todo caso superior al alcanzable mediante una reforma de la estructura impositiva.

Si también g se determina de forma óptima, su valor óptimo es cero. Los ingresos adicionales disponibles se reparten entre las transferencias y el subsidio a la educación. Aun en el caso extremo de que g se redujese a cero, la tasa de subsidio a la educación sería inferior a la actual estimada si $\rho = 0.02$ (34.7% frente al 55.36% estimado), y ligeramente superior si $\rho = 0.06$ (59.2% frente al 55.36% estimado).

CUADRO 5.
ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA ESTRUCTURA FISCAL OPTIMA
(En %)

		τ_K^*	τ_H^*	τ_C^*	s^{H*}	s^*	g	γ^*	κ^*
τ_K, τ_H	ρ=0.02	6.19	3.95	---	---	---	---	2.00	6×10^{-7}
	ρ=0.06	3.67	5.85	---	---	---	---	1.85	0.04
τ_K, τ_H, τ_C	ρ=0.02	5.91	2.82	22.25	---	---	---	2.01	9×10^{-6}
	ρ=0.06	7.08	12.61	11.40	---	---	---	1.51	0.17
s^H, s	ρ=0.02	---	---	---	4.36 (24.0)	8.81	---	1.80	0.17
	ρ=0.06	---	---	---	6.10 (28.6)	8.89	---	1.25	0.34
s^H, s, g	ρ=0.02	---	---	---	6.05 (34.7)	17.15	0	1.66	11.38
	ρ=0.06	---	---	---	11.50 (59.2)	16.16	0	1.25	11.28
τ_K, τ_H	δ_H=0.005	5.40	4.68	---	---	---	---	1.96	0.02
	δ_H=0.04	5.01	4.90	---	---	---	---	2.00	6×10^{-7}
τ_K, τ_H, τ_C	δ_H=0.005	7.46	10.98	12.53	---	---	---	1.74	0.09
	δ_H=0.04	4.07	2.18	24.02	---	---	---	2.03	5×10^{-3}
s^H, s	δ_H=0.005	---	---	---	5.95 (34.1)	8.44	---	1.68	0.17
	δ_H=0.04	---	---	---	4.83 (21.9)	8.86	---	1.73	0.25
s^H, s, g	δ_H=0.005	---	---	---	11.40 (72.1)	15.29	0	1.71	10.87
	δ_H=0.04	---	---	---	4.45 (20.9)	17.79	0	1.52	11.95

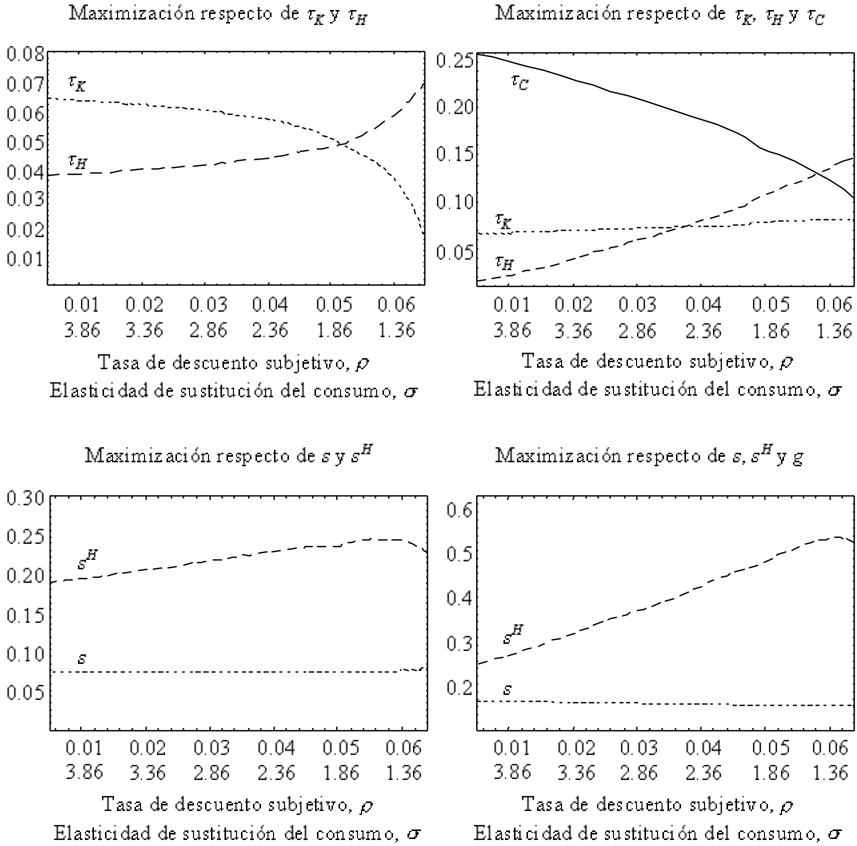
El análisis de sensibilidad ante variaciones de la depreciación del capital humano, δ_H, muestra que si δ_H = 4% (σ = 4.45) el valor de τ_C en la estructura impositiva óptima es 24.02%; mientras que si δ_H = 0.5% (σ = 1.38), resulta un valor óptimo de τ_C=12.53%. Por lo tanto, al aumentar el valor de σ, hay una mayor tendencia a un mayor peso de la imposición sobre el consumo en la estructura impositiva óptima. También ahora se observa que una reducción del subsidio a la educación podría dar lugar a una ganancia de bienestar.

La discusión anterior ha puesto de manifiesto la dependencia que tiene la estructura impositiva óptima sobre la tasa de preferencia temporal, ρ, y consecuentemente, sobre la inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal, σ. El Gráfico 1 resalta esta dependencia. En cada uno de los cuatro paneles que componen este gráfico se representa cómo varía la estructura fiscal óptima ante variaciones en el parámetro ρ. Para facilitar la visualización de esta variación con respecto al parámetro σ, en el eje de abscisas se ha colocado debajo de cada valor de ρ el correspondiente valor de σ.

En lo que respecta a la composición óptima de la imposición sobre los rendimientos de los factores, se observa una sustitución del impuesto sobre los rendimientos del capital por un mayor impuesto sobre los salarios a medida que aumenta ρ (y disminuye σ). Cuando también el impuesto sobre el consumo se fija de forma óptima, se observa la tendencia, ya señalada, a que la imposición sobre el consumo sea reemplazada por una mayor imposición sobre los salarios, mientras que el impuesto sobre los rendimientos del capital aumenta de forma ligera. Consecuentemente, la obtención de un valor más preciso para la tasa de preferencia temporal (o de la elasticidad de sustitución intertemporal) es especialmente relevante en lo que respecta a la distribución óptima de la carga impositiva entre la imposición sobre los salarios y la imposición sobre el consumo. El valor óptimo del impuesto sobre los rendimientos del capital es bastante robusto a variaciones en el valor de este parámetro, oscilando en el gráfico entre el 5.6% y el 7.1%.

El estudio de la estructura óptima de gasto muestra que la proporción de las transferencias sobre el PIB, s, se mantiene aproximadamente constante en los dos escenarios considerados: cuando g se mantiene constante en su valor actual, y cuando g se determina de forma óptima (en este caso, su valor óptimo es siempre cero). En los dos paneles inferiores del Gráfico 1, el valor representado del parámetro s^H se corresponde con el subsidio al gasto explícito en educación. Se observa que s^H presenta una tendencia creciente, más acusada cuando g se determina también de forma óptima, hasta alcanzar un punto en el que comienza a descender. En cualquier caso, su comportamiento parece confirmar que un subsidio a la educación tan elevado como el actual no estaría justificado por un argumento de eficiencia.

GRAFICO 1
EVOLUCION DE LA ESTRUCTURA FISCAL OPTIMA ANTE CAMBIOS
EN ρ (o σ)



5. Conclusiones

En este trabajo se ha estudiado la estructura fiscal que maximizaría el bienestar en un modelo de crecimiento endógeno de dos sectores con capital humano, donde la producción de capital humano se realiza en el mercado, pero parte de los costes del *input* trabajo en su producción representan costes de oportunidad. El modelo se ha calibrado para aproximar el comportamiento de la economía chilena.

El análisis de la estructura impositiva óptima sugiere que el valor óptimo de la tasa impositiva sobre los rendimientos del capital se encuentra cercano a su valor actual estimado. Este resultado se muestra robusto en el análisis de sensibilidad. Sin embargo, el valor óptimo de los impuestos sobre los salarios y sobre el consumo depende notablemente del valor de la tasa de preferencia temporal (o, de forma equivalente, de la tasa de sustitución intertemporal). Asignando a este parámetro un valor habitual en la literatura, la estructura impositiva actual estaría muy cercana a la estructura impositiva óptima.

Supuestas constantes las tasas impositivas actuales y el gasto público en bienes y servicios respecto al PIB, el argumento de eficiencia justificaría un subsidio al gasto explícito en educación en torno al 25%. En consecuencia, un aumento de las transferencias compensado por una disminución del subsidio a la educación podría suponer un aumento del bienestar. El análisis de sensibilidad muestra la robustez de este resultado. Esto no significa que no se puedan articular políticas redistributivas relacionadas con el acceso a la educación (por ejemplo, becas u otro tipo de ayudas a estudiantes de familias sin recursos), sino que el gasto público relacionado con la educación adicional al subsidio óptimo habría de tener carácter redistributivo.

Diversos aspectos que no han sido tratados en este trabajo podrían influir en los resultados obtenidos. Los resultados expuestos hacen referencia a tasas impositivas medias. Por ello, la progresividad del impuesto y las tasas imponibles máximas, que son asuntos que centran el debate impositivo en Chile, quedan fuera del marco de este estudio. Una estructura progresiva desincentiva la inversión en capital humano, puesto que el tipo marginal es relativamente bajo cuando ocurre la mayoría de las inversiones en capital humano (ya que los salarios son relativamente pequeños), y es relativamente alto cuando se obtienen los rendimientos de la inversión (porque los salarios son relativamente mayores). De este modo, el rendimiento de la inversión en capital humano se reduce más que su coste, lo que disminuye el atractivo de la imposición sobre los salarios. Sin embargo, también el hecho de que el modelo no considere los flujos de caja podría tener como consecuencia que la imposición sobre los rendimientos del capital sea menos atractiva que la imposición sobre los salarios. Al considerar el comportamiento de un agente representativo, el modelo omite los problemas de distribución de ingresos, especialmente relevantes en Chile. La introducción de preferencias por una mayor igualdad en la distribución de la renta conduciría a que el monto de las transferencias fuese superior, en desmedro del subsidio a la educación. Por el contrario, la presencia de externalidades podría justificar un subsidio a la educación superior al obtenido en este trabajo. La cuantificación de estos efectos es una cuestión que queda fuera del ámbito de este trabajo, pero que merece un estudio más detallado.

ANEXO 1
SOLUCION DEL MODELO

Condiciones de crecimiento equilibrado

Un equilibrio competitivo se define como un conjunto de precios y cantidades tales que: i) se verifican las restricciones de oferta de los dos factores de producción; ii) las empresas fijan los precios para maximizar beneficios; iii) la familia representativa elige C, K, H, I_K, I_H y L para maximizar (5) sujeto a las restricciones (7)-(8), tomando como dados los precios, los rendimientos de los factores y las tasas de imposición y subsidio; y iv) el gobierno está sujeto a su restricción presupuestaria (9).

Las condiciones de equilibrio en los mercados de los dos *outputs* son las siguientes:

(A1.a) $Y_K = I_K + C + G$

(A1.b) $Y_H = I_H$

De (3) y (4) obtenemos la ecuación (13), y la expresión del precio relativo según:

(A2) $$p^H = \frac{\alpha A(1-\tau_K^K)}{\beta B(1-\tau_H^K)} (u/v)^{1-\alpha} (x/z)^{1-\beta} (K/H)^{\alpha-\beta}$$

Si J es el Hamiltoniano en términos corrientes, y λ, μ y θ son los multiplicadores de las restricciones (7), (8.a) y (8.b) en el problema del consumidor, las condiciones de optimalidad son:

(A3.a) $\partial J/\partial C = U_1 - (1+\tau_C)\lambda = 0$

(A3.b) $\partial J/\partial L = U_2 - \lambda p^H (1-\tau_H^K) R_H^K H = 0$

(A3.c) $\partial J/\partial I_K = -\lambda + \mu = 0$

(A3.d) $\partial J/\partial I_H = -\lambda p^H (1-s^H) + \theta = 0$

(A3.e) $\dot{\mu} = (\rho + \delta_K)\mu - \lambda(1-\tau_K^K) R_K^K$

(A3.f) $\dot{\theta} = (\rho + \delta_H)\theta - \lambda p^H (1 - \tau_H^K) R_H^K (1 - L)$

Empleando (A3.a) y (A3.b), obtenemos la siguiente expresión:

$$\frac{C}{H} = \frac{L}{\eta} \frac{(1 - \tau_H^K) p^H R_H^K}{(1 + \tau_C)}$$

que a través de (3), nos permite obtener (15). Puesto que $U_1 = C^{-\sigma} L^{\eta(1-\sigma)}$, tomando logaritmos en (A3.a) y diferenciando con respecto al tiempo, obtenemos la siguiente relación:

$$-\sigma\gamma_C + \eta(1 - \sigma)\gamma_L = \gamma_\lambda$$

que, empleando (A3.c) y (A3.e), nos proporciona la evolución del consumo según:

(A.4) $\gamma_C = \frac{1}{\sigma}((1 - \tau_K^K) R_K^K - \delta_K - \rho + \eta(1 - \sigma)\gamma_L)$

Una unidad adicional de capital físico vale su producto marginal neto en el sector productor de bienes:

(A5.a) $r_K = (1 - \tau_K^K)\alpha A \left(\frac{vK}{uH}\right)^{\alpha - 1} - \delta_K$

Una alternativa a invertir en una unidad de capital físico es acumular $1/p^H$ unidades de capital humano, que proporcionan un rendimiento neto expresado en términos de capital físico igual a

(A5.b) $r_H = \frac{1 - \tau_H^H}{1 - s^H}\left[(1 - \beta)B\left(\frac{xK}{zH}\right)^{\beta}(1 - L) + \gamma_p\right] - \delta_H$

donde γ_p es la tasa de crecimiento del precio relativo, p^H. Una condición de arbitraje estándar establece que ambas alternativas de inversión deben proporcionar igual rendimiento neto:

(A5.c) $r_K = r_H$

Empleando las condiciones de equilibrio de los mercados (A1), las ecuaciones de evolución del capital físico y humano (8.a) y (8.b) permiten obtener

(A6.a) $\gamma_K = \frac{Y_K}{K} - g\frac{Y}{K} - \frac{C}{K} - \delta_K$

(A6.b) $\gamma_H = Bz\left(\frac{xK}{zH}\right)^{\beta} - \delta_H$

A lo largo de la senda de crecimiento equilibrado, el consumo, el capital físico y el capital humano crecen a la misma tasa constante γ ($\gamma_C = \gamma_K = \gamma_H = \gamma$), y los precios de los factores y el tiempo de ocio son constantes ($\gamma_L = \gamma_p = 0$). Empleando este hecho, (A4) permite obtener (10); (A5) permite obtener (11) y (12), y (A6) permite obtener (14) y (16). Así, resulta el sistema (10)-(18).

El sistema dinámico que conduce la economía

Supongamos que χ denota C/K y ω denota H/K. Las ecuaciones (17), (18), (13) y (15) nos permiten expresar u, v, x, z como funciones de χ, ω, L. A partir de sus definiciones, las evoluciones de χ y ω en función de χ, ω, L vienen dadas por

(A7) $\gamma_\chi(\chi,\omega,L) = \gamma_C(\chi,\omega,L) - \gamma_K(\chi,\omega,L)$

(A8) $\gamma_\omega(\chi,\omega,L) = \gamma_H(\chi,\omega,L) - \gamma_K(\chi,\omega,L)$

Las evoluciones de K y H como funciones de χ, ω, L se siguen de (A6) y el hecho de que Y_K/K e Y/K pueden ser expresados en términos de χ, ω, L:

(A9) $\gamma_H(\chi,\omega,L) = Bx(\chi,\omega,L)^{\beta} z(\chi,\omega,L)^{1-\beta}\omega^{-\beta} - \delta_H$

$\gamma_K(\chi,\omega,L) = (1-g)Av(\chi,\omega,L)^{\alpha}u(\chi,\omega,L)^{1-\alpha}\omega^{1-\alpha} -$

(A10) $-g\left[\frac{\alpha A(1-\tau_K^K)}{\beta(1-\tau_K^H)}\left(\frac{u(\chi,\omega,L)}{v(\chi,\omega,L)}\right)^{1-\alpha} x(\chi,\omega,L)\omega^{1-\alpha}(1-\varepsilon(1-\beta))\right] - \chi - \delta_K$

Empleando (A5), la evolución de p^H puede expresarse como función de χ, ω, L:

$$\text{(A11)} \quad \gamma_p(\chi,\omega,L) = \frac{(1-s^H)}{(1-\tau_H^H)}\left[(1-\tau_K^K)\alpha A\left(\frac{u(\chi,\omega,L)}{v(\chi,\omega,L)}\omega\right)^{1-\alpha} - \delta_K + \delta_H\right] -$$

$$-(1-\beta)B\left(\frac{z(\chi,\omega,L)}{x(\chi,\omega,L)}\omega\right)^{-\beta}(1-L)$$

Diferenciando (A2) y las expresiones de u, v, x, z como funciones de χ, ω, L con respecto al tiempo, obtenemos cinco ecuaciones que ligan γ_p, γ_u, γ_v, γ_x, γ_z, $\gamma\chi$, $\gamma\omega$, γ_L, χ, ω, L. Resolviendo este sistema para γ_u, γ_v, γ_x, γ_z, ,γ_L obtenemos γ_L como función de γ_p, $\gamma\chi$, $\gamma\omega$, χ, ω, L, obteniendo que:

$$\text{(A12)} \quad \gamma_L(\chi,\omega,L) = \gamma_C(\chi,\omega,L) - \gamma_H(\chi,\omega,L) + \frac{\alpha}{\beta-\alpha}\gamma_p(\chi,\omega,L)$$

Resolviendo el sistema formado por las ecuaciones (A12) y (A4), obtenemos que:

$$\text{(A13)} \quad \gamma_C(\chi,\omega,L) = \frac{1}{\sigma+\eta(\sigma-1)}\left\{(1-\tau_K^K)\alpha A\left(\frac{u(\chi,\omega,L)}{v(\chi,\omega,L)}\omega\right)^{1-\alpha} - \delta_K - \rho + \right.$$

$$\left. + \eta(\sigma-1)\left[\gamma_H(\chi,\omega,L) + \frac{\alpha}{\alpha-\beta}\gamma_P(\chi,\omega,L)\right]\right\}$$

$$\text{(A14)} \quad \gamma_L(\chi,\omega,L) = \frac{\sigma}{\sigma+\eta(\sigma-1)}\left\{\frac{1}{\sigma}\left[(1-\tau_K^K)\alpha A\left(\frac{u(\chi,\omega,L)}{v(\chi,\omega,L)}\omega\right)^{1-\alpha} - \delta_K - \rho\right]\right.$$

$$\left. -\gamma_H(\chi,\omega,L) - \frac{\alpha}{\alpha-\beta}\gamma_P(\chi,\omega,L)\right\}$$

Las ecuaciones (A7), (A8) y (A14) componen el sistema que conduce la economía en términos de χ, ω, L, y nos permiten expresar $\gamma\chi$, $\gamma\omega$, γ_L como funciones de χ, ω, L a través de (A9), (A10) y (A11). La ecuación (A13) permite determinar la evolución del consumo.

REFERENCIAS

Arellano, M.S. y Braun, M. (1999), "Stock de Recursos de la Economía Chilena". *Cuadernos de Economía*, Año 36, 107, 639-684.

Barro, R.J. (1999), "Determinants of Economic Growth: Implications of the Global Evidence for Chile". *Cuadernos de Economía*, Año 36, 107, 443-478.

Bowen, H.R. (1987), *The Costs of Higher Education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Braun, J. y Braun, M. (1999), "Crecimiento Potencial: El Caso de Chile". *Cuadernos de Economía*, Año 36, 107, 479-517.

Budnevich, C. y Le Fort, G (1997), "La Política Fiscal y el Ciclo Económico en Chile". *Revista de la* CEPAL, 61, 135-147.

Clotfelter, C. (1991), "Demand for Undergraduate Education". En *Economic Challenges in Higher Education*, Part I, Clotfelter, C., Ehrenberg, R., Getz, M. y Siegfried, J., Editores. Chicago: University of Chicago Press.

Coeymans, J.E. (1999), "Determinantes de la Productividad en Chile: 1961-1997". *Cuadernos de Economía*, Año 36, 107, 597-637.

Coleman, II W.J. (2000), "Welfare and Optimum Dynamic Taxation of Consumption and Income". *Journal of Public Economics*, 76, 1-39.

Gómez, M.A. (2000), "Welfare-Maximizing Tax Structure in a Model with Human Capital". *Economics Letters*, 98, 95-99.

Grüner, H.S. y Heer, B. (2000), "Optimal Flat-Rate Taxes on Capital —a Re-Examination of Lucas' Supply Side Model". *Oxford Economic Papers*, 52, 289-305.

Haley, W.J. (1976), "Estimation of the Earnings Profile from Optimal Human Capital Accumulation". *Econometrica*, 44, 1223-38.

Heckman, J.J. (1976), "A Life-Cycle Model of Earnings, Learning, and Consumption". *Journal of Political Economy*, 84, S11-S44.

Jones, L.E., Manuelli, R.E. y Rossi, P.E. (1993), "Optimal Taxation in Models of Endogenous Growth". *Journal of Political Economy*, 101, 485-517.

Jones, L.E., Manuelli, R.E. y Rossi, P.E. (1997), "On the Optimal Taxation of Capital Income". *Journal of Economic Theory*, 73, 93-117.

Kendrick, J.W. (1976), *The Formation and Stocks of Total Capital*. New York: Columbia University Press (for NBER).

King, R.G. y Levine, R. (1994), "Capital Fundamentalism, Economic Development, and Economic Growth". *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 40, 259-292.

Lucas, R.E., Jr. (1990), "Supply-Side Economics: An Analytical Review". *Oxford Economic Papers*, 42, 293-316.

Mendoza, E.G., Milesi-Ferretti, G.M. y Asea, P. (1997), "On the Ineffectiveness of Tax Policy in Altering Long-Run Growth: Harberger's Superneutrality Conjecture". *Journal of Public Economics*, 66, 99-126.

Milesi-Ferretti, G.M. y Roubini, N. (1998), "On the Taxation of Human and Physical Capital in Models of Endogenous Growth". *Journal of Public Economics*, 70, 237-254.

Mincer, J. (1974), *Schooling, Experience and Earnings*. New York: Columbia University Press.

Mincer, J. (1989), "Job Training: Costs, Returns, and Wage Profiles". NBER Working Paper N. 3208.

Mulligan, C.B. y Sala-i-Martin, X. (1993), "Transitional Dynamics in Two-Sector Models of Endogenous Growth". *Quarterly Journal of Economics*, 108, 739-773.

Nehru, V. y Dhareshwar, A. (1993), "A New Database on Physical Capital Stock: Sources, Methodology and Results". *Rivista de Analisis Economico*, 8, 37-59.

Pecorino, P. (1994), "The Growth Rate Effects of Tax Reform". *Oxford Economic Papers*, 46, 492-501.

Roldós, J. (1997), "El Crecimiento del Producto Potencial en Mercados Emergentes: El Caso de Chile". En *Análisis Empírico del Crecimiento en Chile*, Morandé, F. y Vergara, R., Editores. Santiago, Chile, Centro de Estudios Públicos y Programa de Postgrado en Economía Ilades/Georgetown University, 39-66.

Stokey, N.L. y Rebelo, S. (1995), "Growth Effects of Flat-Rate Taxes". *Journal of Political Economy*, 103, 419-50.

Trostel, P.A. (1993), "The Effect of Taxation on Human Capital". *Journal of Political Economy*, 101, 327-350.

Trostel, P.A. (1996), "Should Education Be Subsidized?". *Public Finance Quarterly*, 24, 3-24.

Zee, H. (1998), "Revenue, Efficiency, and Equity Aspects of Major Taxes in Chile: A Preliminary Assessment". Documentos de Trabajo del Banco Central Nº 42, Banco Central de Chile.