

18
2e1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

MAXIMIZACION DEL BIENESTAR SOCIAL:
OPTIMIZACION DINAMICA EN EL OTORGAMIENTO
DE BECAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
A C T U A R I A
P R E S E N T A :
GUADALUPE CAMPUZANO DELGADILLO

259338

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. MIGUEL MAYORGA MARTINEZ



1998



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
P r e s e n t e

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: **Maximización del bienestar social: Optimización dinámica en el otorgamiento de becas.**

realizado por **Guadalupe Campuzano Delgadillo**

con número de cuenta **8995213-1** , pasante de la carrera de **Actuaría**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario	M. en C. <i>Miguel Mayorga Martínez</i> M. en C. Miguel Mayorga Martínez
Propietario	M. en C. <i>Guillermo Gómez Alcaraz</i> M. en C. Guillermo Gómez Alcaraz
Propietario	<i>Laura Pastrana R.</i> Mat. Laura Pastrana Ramírez
Suplente	Act. Gerardo Loredo Fuentes
Suplente	Mat. Hugo Villaseñor Hernández

Consejo Departamental de Matemáticas

[Firma]
M. en A.P. Ma. del Pilar Alonso Reyes

CONSEJO DEPARTAMENTAL DE MATEMÁTICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

A Lupita, mi mamá, por su amor, su apoyo, su amistad, su constancia...

A Efraín

A Eduardo Gabriel, Silvia y Eduardo Daniel

A mis amigos de entonces,
A mis amigos de siempre.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
--------------	---

CAPÍTULO 1

CONTROL ÓPTIMO	3
1.1 EL PROBLEMA	3
1.2 CONDICIONES NECESARIAS	5
1.3 CONDICIONES SUFICIENTES	8
1.4 ALGUNOS EJEMPLOS	11

CAPÍTULO 2

BIENES PÚBLICOS Y PROBLEMAS TEÓRICOS EN EDUCACIÓN	17
2.2 ARGUMENTOS TEÓRICOS SOBRE LA EXISTENCIA DE UN SISTEMA DE EDUCACIÓN PÚBLICA.	20
2.2.1 ARGUMENTOS DE EFICIENCIA	21
2.2.2 ARGUMENTOS DE EQUIDAD	22
2.3 FINANCIAMIENTO DEL SISTEMA PÚBLICO DE EDUCACIÓN.	23
2.3.1 COMPOSICIÓN DEL SISTEMA EDUCATIVO	23
2.3.2 ALGUNOS RESULTADOS SOBRE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA	25

2.3.3 FUENTES DE FINANCIAMIENTO	26
2.4 APOYO E INCENTIVOS	27
2.4.1 AYUDA FINANCIERA.	28
2.4.2 DESEMPEÑO ESCOLAR E INCENTIVOS.	30
2.5. CALIDAD Y EVALUACIÓN.	33
2.5.1 CAUSAS DE INEFICIENCIA Y PLANTEAMIENTOS PARA LA MEJORA DEL SISTEMA EDUCATIVO	33
2.5.2 MEDIDAS DE CALIDAD EDUCATIVA	37

CAPÍTULO 3

UN SISTEMA DE BECAS DEPENDIENTES DEL NIVEL DE APROVECHAMIENTO	40
3.1 EL MODELO	41
3.2 DEFINICIONES Y CONDICIONES DEL MODELO	46
3.3 EL PROBLEMA DEL ESTUDIANTE	52
3.4 EL PROBLEMA DEL REGULADOR	54
3.4.1 EL PROBLEMA DEL REGULADOR CON INFORMACIÓN COMPLETA	54
3.4.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DEL REGULADOR CON INFORMACIÓN ASIMÉTRICA	56
3.5 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	56
3.6 VERIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	60
3.7 CONSTRUCCIÓN DE UN MENÚ DE BECAS.	61
3.8 EJEMPLO	68
CONCLUSIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	76

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende analizar al sistema educativo a partir de su naturaleza como bien público impuro, así como dar una semblanza general de la teoría de los incentivos aplicada a dicho sistema, en particular, a los estudiantes de educación superior. Una vez analizado esto, el objetivo es incorporar los resultados académicos de los alumnos a una función de bienestar social, es decir, se trabaja bajo el supuesto de que el aprovechamiento de los estudiantes se reflejará en mejoras en el ámbito social.

El estudio se divide en tres partes: la primera consiste en un repaso de la teoría de control óptimo tal y como es presentada por Kamien y Schwartz. Esta técnica para la resolución de problemas de optimización es empleada para casos dinámicos, generalmente de naturaleza intertemporal, donde en lugar de encontrarse valores, se encuentran trayectorias óptimas, es decir, el resultado está dado por funciones. Sin embargo, en la aplicación que se presenta en el tercer capítulo, las trayectorias o funciones óptimas no corren en un intervalo de tiempo, sino en un continuo de posibles capacidades académicas entre las que se puede encontrar la del estudiante. Estas capacidades serán variables desconocidas para el regulador, quien pretende lograr la maximización del bienestar social esperado.

La segunda parte del trabajo consiste en una presentación de los conceptos de bien público y bien público impuro, además de una recopilación bibliográfica que pretende ilustrar diversos aspectos del sistema educativo, como son, en primer lugar, distintos argumentos bajo los que se ha justificado la existencia de un sistema público que provea educación; en segundo lugar, el financiamiento de la educación a través de diversas fuentes y el desarrollo de algunos esquemas de apoyo e incentivos al alumnado, así como el debate que alrededor de estos esquemas se ha generado; por último, una discusión sobre la calidad del sistema educativo, la forma de evaluarlo y los pros y contras de las técnicas de evaluación. Cabe mencionar que el problema de la gratuidad de la educación, mismo que se encuentra siempre en el centro de los debates sobre el sector en cuestión no se toca más que de manera tangencial.

De esta manera se llega a un tercer capítulo, el cual se basa en la teoría de incentivos desarrollada por Laffont y Tirole (1993) y consiste en un modelo de maximización del bienestar social esperado que pretende, a partir del diseño de mecanismos compatibles con los incentivos -consistentes en becas para los estudiantes en función a su aprovechamiento escolar-, que la población estudiantil alcance un desempeño óptimo que de alguna manera reditúa beneficios a la sociedad, bajo un esquema de información asimétrica –es decir, uno tal que los agentes que interactúan en el sistema no cuentan con la misma información-, ya que el organismo regulador ignora la capacidad de los alumnos y es incapaz de observar el esfuerzo que realizan.

Los supuestos empleados y el análisis estático e individual limitan el alcance del modelo, sin embargo, éste constituye una primera aproximación a la posible solución de uno de los múltiples problemas existentes en el sector educativo.

CAPÍTULO 1

CONTROL ÓPTIMO

1.1 EL PROBLEMA

Las técnicas de control óptimo para la resolución de problemas de optimización se aplican principalmente en casos en los que la función objetivo consiste en una integral y las restricciones involucran ecuaciones diferenciales. A diferencia de los planteamientos tradicionales con funciones de variable real donde se busca un número que optimice una función objetivo, en este tipo de problemas, la solución está dada por una función: el caso típico es el de la optimización intertemporal en el cual las soluciones implican trayectorias en un intervalo de tiempo.

Para ilustrar esta común aplicación se planteará a continuación un ejemplo simplista: sea una economía con un único bien K , el cual es el único factor para su producción a partir de una tecnología $F(K)$; en cada momento en el tiempo t , la producción será destinada al consumo o a la inversión -esta última con el fin de producir en el futuro-, es decir,

$$F(K(t)) = C(t) + K'(t)$$

donde el primer sumando corresponde al consumo del bien en el tiempo t , y el segundo a la inversión en el mismo momento, es decir, a su acumulación. Supóngase a continuación que la utilidad de los individuos está determinada por su nivel de consumo, de tal forma que deben elegir dichos niveles para cada momento en un lapso de tiempo dado T , teniendo en cuenta que deben ahorrar parte del bien para la producción que dará lugar a posibles consumos futuros. De esta manera el problema a optimizar puede plantearse como:

$$\max \int U(C(t))dt$$

s.a.

$$K'(t) = F(K(t)) - C(t).$$

$$K(0) = K_0$$

$$K(T) \geq 0$$

Las variables en un problema de control óptimo pueden ser clasificadas dentro de dos tipos: variables de control y variables de estado. La solución al problema radicará en la elección de variables de control de manera que se optimice una función objetivo sujeta a restricciones del sistema, descritas por el comportamiento de las variables de estado.

En el problema de control óptimo el movimiento de las variables de estado se rige por ecuaciones diferenciales de primer orden; puede haber varias variables tanto de control como de estado, y el número de aquéllas puede ser mayor, menor o igual al de éstas. A continuación se plantea el problema más simple, de acuerdo con el desarrollo presentado por Kamien y Schwartz (1991), que consiste en la elección de una función de control $u(t)$, $t_0 \leq t \leq t_1$ tal que

$$\max \int_{t_0}^{t_1} f(t, x(t), u(t)) dt \quad 2.1.$$

$$\text{s.a.} \quad x'(t) = g(t, x(t), u(t)) \quad 2.2.$$

$$t_0, t_1, x(t_0) = x_0 \text{ fijos} \quad 2.3.$$

Donde

$x(t)$ es la variable de estado y la ecuación (2.2) rige su movimiento;

f y g son funciones continuas y diferenciables;

la variable de control $u(t)$ es continua y tiene influencia directa e indirecta sobre la función objetivo al ser argumento de la variable de estado.

1.2 CONDICIONES NECESARIAS

Con el fin de encontrar condiciones necesarias que debe cumplir la solución $[u^*(t), x^*(t)]$ al problema de maximización planteado en las ecuaciones (2.1) a (2.3) se sigue un procedimiento similar al correspondiente a problemas de programación no lineal con multiplicadores de Lagrange. Como en este caso la solución óptima debe existir para toda t en el intervalo $t_0 \leq t \leq t_1$, dichos multiplicadores son funciones continuas y diferenciables $\lambda(t)$ en lugar de constantes.

Para cualesquiera x, u que satisfagan las ecuaciones (2.2) y (2.3) y $\forall \lambda(t)$ definida en $t_0 \leq t \leq t_1$ se tiene que

$$\int_0^1 f(t, x(t), u(t)) dt = \int_0^1 [f(t, x(t), u(t)) + \lambda(t)g(t, x(t), u(t)) - \lambda'(t)x'(t)] dt \quad 2.4.$$

al integrar por partes la última parte de la expresión anterior resulta

$$-\int_0^1 \lambda'(t)x'(t) dt = -\lambda(t_1)x(t_1) + \lambda(t_0)x(t_0) + \int_0^1 \lambda(t)x'(t) dt$$

$$\text{con} \quad u = \lambda(t) \quad dv = x'(t) dt$$

y substituyendo

$$\int_0^1 f(t, x(t), u(t)) dt = \int_0^1 \{f(t, x(t), u(t)) + \lambda(t)g(t, x(t), u(t)) - \lambda'(t)x'(t)\} dt \quad 2.5.$$

$$-\lambda(t_1)x(t_1) + \lambda(t_0)x(t_0)$$

Sea $u^*(t) + ah(t)$ una función de control modificada donde $u^*(t)$ es el control óptimo, a un parámetro y $h(t)$ una función fija. De igual forma, sea $y(t, a)$, $t_0 \leq t \leq t_1$, la

variable de estado generada por las ecuaciones (2.2) y (2.3) y el control modificado, la cual cumple

$$y(t, 0) = x^* : y(t_0, a) = x_0 \quad 2.6.$$

Al evaluar la función objetivo en las variables de control y estado modificadas y utilizando la ecuación (2.5) se obtiene

$$\begin{aligned} J(a) &= \int_0^1 f(t, y(t, a), u^*(t) + ah(t)) dt \\ &= \int_0^1 \left[f(t, y(t, a), u^*(t) + ah(t)) \right. \\ &\quad \left. + \lambda(t) g(t, y(t, a), u^*(t) + ah(t)) - \lambda'(t) y(t, a) \right] dt - \lambda(t_1) y(t_1, a) + \lambda(t_0) y(t_0, a) \end{aligned} \quad 2.7.$$

Debido a que la función u^* es la óptima, $J(a)$ toma su valor máximo cuando $a = 0 \therefore J'(0) = 0$, i.e.

$$\begin{aligned} J'(a) &= \int_0^1 [f_x y_a + f_u h + \lambda (g_u y_a + g_u h) - \lambda' y_a] dt - \lambda(t_1) y_a(t_1, a) + \lambda(t_0) y_a(t_0, a) \\ J'(0) &= \int_0^1 [(f_x + \lambda g_x + \lambda') y_a + (f_u + \lambda g_u) h] dt - \lambda(t_1) y_a(t_1, 0) \end{aligned} \quad 2.8.$$

donde las variables con subíndice $-w_i$ - denotan las derivadas parciales de cada función con respecto al argumento i , y $y_a(t_0, 0) = 0$.

Con el fin de simplificar la construcción de las condiciones se imponen algunas restricciones adicionales sobre la función $\lambda(t)$, a saber:

$$\begin{aligned} \lambda'(t) &= -[f_x(t, x^*, u^*) + \lambda(t)g_x(t, x^*, u^*)] \\ \lambda(t_1) &= 0 \end{aligned} \quad 2.9.$$

esta última condición es conocida como *condición de transversalidad*. De esta manera (2.8) resulta

$$\int_{t_0}^{t_1} (f_u(t, x^*(t), u^*(t)) + \lambda g_u(t, x^*(t), u^*(t)))h(t)dt = 0 \quad 2.10.$$

para cualquier $h(t)$, en particular, si

$$h(t) = f_u(t, x^*(t), u^*(t)) + \lambda g_u(t, x^*(t), u^*(t)) \quad 2.11.$$

de manera que la ecuación (2.10) resulta

$$\int_{t_0}^{t_1} (f_u(t, x^*(t), u^*(t)) + \lambda g_u(t, x^*(t), u^*(t)))^2 dt = 0$$

razón por la cual, la condición de optimalidad es entonces

$$f_u(t, x^*(t), u^*(t)) + \lambda g_u(t, x^*(t), u^*(t)) = 0 \quad 2.12.$$

De esta manera, si $x^*(t)$ y $u^*(t)$ son la solución al problema planteado en las ecuaciones (2.1) a (2.3) entonces existe una función continua y diferenciable $\lambda(t)$ tal que x^* , u^* y λ satisfacen las condiciones (2.2), (2.9) y (2.12) para $t_0 \leq t \leq t_1$.

Alternativamente, un método sencillo para la generación de estas condiciones necesarias es la construcción del *Hamiltoniano*.

$$H(t, x(t), u(t)) \equiv f(t, x, u) + \lambda g(t, x, u) \quad 2.13.$$

donde

$$\begin{aligned}\frac{\partial H}{\partial u} = 0 &\Rightarrow f_u + \lambda g_u = 0 \\ -\frac{\partial H}{\partial x} = \lambda' &\Rightarrow \lambda'(t) = -(f_x + \lambda g_x) \\ \frac{\partial H}{\partial \lambda} = x' &\Rightarrow x' = g\end{aligned}$$

son condiciones equivalentes a las planteadas en las ecuaciones (2.12), (2.9) y (2.2) respectivamente; además de las condiciones de puntos límite

$$x(t_0) = x_0$$

$$\lambda(t_1) = 0$$

para que la solución represente un máximo se requiere el cumplimiento de la "condición de segundo orden"

$$\frac{\partial^2 H(u^*, x, t)}{\partial u^2} \leq 0$$

en el caso de un mínimo, la desigualdad se invierte.

1.3 CONDICIONES SUFICIENTES

Supóngase que las funciones $f(t, x, u)$ y $g(x, t, u)$ son diferenciables y cóncavas en x y u . Supóngase también que las funciones x^* , u^* y λ satisfacen las condiciones (2.2), (2.9) y (2.12), las cuales se reescriben a continuación.

$$x'(t) = g(t, x(t), u(t)) \quad 2.14.$$

$$x(t_0) = x_0 \quad 2.15.$$

$$0 = f_u(t, x(t), u(t)) + \lambda g_u(t, x(t), u(t)) \quad 2.16.$$

$$\lambda'(t) = -[f_x(t, x^*, u^*) + \lambda(t)g_x(t, x^*, u^*)] \quad 2.17.$$

$$\lambda(t_1) = 0 \quad 2.18.$$

supóngase además que $\forall t$, x y λ son continuas con

$$\lambda(t) \geq 0 \quad 2.19.$$

Por demostrar: Las condiciones necesarias para optimalidad también son suficientes.

Sean x^* , u^* y λ que satisfacen las condiciones 2.14 -2.18, y f^* , g^* las funciones evaluadas en (t, x^*, u^*) ; sean x , u funciones que satisfacen 2.14 y 2.15 y f , g las funciones evaluadas en la ruta factible (t, x, u) . Entonces es necesario demostrar que f^* da el valor máximo a la función objetivo. Para ello se debe demostrar que

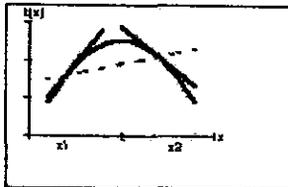
$$D \equiv \int_0^1 (f^* - f) dt \geq 0 \quad 2.20.$$

Por concavidad y diferenciabilidad¹ de f

¹Si una función es cóncava y diferenciable

$$(x_2 - x_1)f'(x_1) \geq f(x_2) - f(x_1) \geq (x_2 - x_1)f'(x_2)$$

i.e. la pendiente de la línea que une dos puntos en su gráfica es menor a la tangente en el punto más a la izquierda y mayor a la tangente en el punto más a la derecha, como se muestra en el siguiente gráfico.



$$f^* - f \geq (x^* - x)f^*_x + (u^* - u)f^*_u \quad 2.21.$$

Entonces, utilizando 2.16 y 2.17

$$\begin{aligned} D &\geq \int [(x^* - x)f^*_x + (u^* - u)f^*_u] dt \\ &= \int [(x^* - x)(-\lambda g^*_x - \lambda') + (u^* - u)(-\lambda g^*_u)] dt \end{aligned} \quad 2.22.$$

Al integrar por partes los términos que involucran λ' se obtiene

$$\int'_t (x^* - x)(-\lambda') dt = -\lambda(t_1)(x^*(t_1) - x(t_1)) + \lambda(t_0)(x^*(t_0) - x(t_0)) + \int \lambda(g^* - g) dt$$

con

$$\begin{aligned} u &= x^* - x \\ du &= \frac{d(x^* - x)}{dt} = (g^* - g) && \text{por 2.14;} \\ dv &= -\lambda' dt \\ v &= -\lambda \end{aligned}$$

por (2.18) y (2.15) los primeros sumandos de la expresión desarrollada son iguales a cero. Si se substituye este resultado en (2.22)

$$\begin{aligned} D &\geq \int [(x^* - x)(-\lambda g^*_x - \lambda') + (u^* - u)(-\lambda g^*_u)] dt \\ &= \int \lambda [g^* - g - (x^* - x)g^*_x - (u^* - u)g^*_u] dt \\ &\geq 0 \end{aligned} \quad 2.23.$$

Esta expresión resulta mayor o igual a cero, lo cual se verifica a partir de la concavidad de g , de esta manera, las condiciones necesarias para la optimización también son suficientes.

1.4 ALGUNOS EJEMPLOS

EJEMPLO I

$$\max \int_0^1 (x(t) + u(t)) dt$$

s. a.

$$x'(t) = 1 - u(t)^2$$

$$x(0) = 1$$

A continuación se construye el Hamiltoniano; con el fin de simplificar la escritura se omitirá el argumento t de las funciones.

$$H = x + u - \lambda (1 - u^2) \quad 2.24.$$

De esta manera, las condiciones del problema están dadas por:

$$\frac{\partial H}{\partial u} = 1 + 2\lambda u = 0 \quad 2.25.$$

$$\frac{\partial H}{\partial x} = -\lambda' = 1 \quad 2.26.$$

$$\frac{\partial H}{\partial \lambda} = x' - x + u = 0 \quad 2.27.$$

$$\lambda(1) = 0 \quad 2.28.$$

Resolviendo (2.26) haciendo uso de (2.27)

$$\int -\lambda'(t) dt = \int dt$$

$$\lambda(t) = -t + c$$

$$0 = -1 + c$$

$$\Rightarrow \lambda(t) = 1 - t$$
2.29.

Substituyendo esta expresión en (2.25)

$$1 - 2(1-t)u = 0$$

$$u = \frac{1}{2(1-t)}$$
2.30.

Por último, para obtener la ruta de la variable de estado se substituye el resultado previo en (2.27) y se resuelve la ecuación diferencial resultante haciendo uso de la condición inicial para x , como se muestra a continuación:

$$x'(t) = 1 - \frac{1}{4(1-t)^2}$$

$$x(t) = \int 1 - \frac{1}{4(1-t)^2} dt = t - \frac{1}{4(1-t)} + c$$

$$1 = 0 - \frac{1}{4} + c$$

$$x(t) = t - \frac{1}{4(1-t)} + \frac{5}{4}$$
2.31.

De esta manera quedan definidas las rutas a lo largo de t para las tres variables en cuestión.

EJEMPLO 2

$$\begin{aligned} \max & - \int_0^t u(t)^2 dt \\ x'(t) &= x + u(t) \\ x(0) &= 1 \end{aligned}$$

$$H = -u^2 + \lambda(x + u)$$

y las condiciones del problema son:

$$\frac{\partial H}{\partial u} = -2u + \lambda = 0 \quad 2.32.$$

$$\frac{\partial H}{\partial x} = -\lambda' = \lambda \quad 2.33.$$

$$\frac{\partial H}{\partial \lambda} = x' = x + u \quad 2.34.$$

$$\lambda(0) = 1 \quad 2.35.$$

Se resuelve (2.33) utilizando la condición de transversalidad (2.35)

$$\begin{aligned} \lambda(t) &= ce^{-t} \\ 1 &= ce^0 \\ \lambda(t) &= e^{-t} \end{aligned} \quad 2.36.$$

Substituyendo esta expresión en (2.32)

$$\begin{aligned}
 -2u + e^{-t} &= 0 \\
 u &= e^{-t}/2
 \end{aligned}
 \tag{2.37}$$

y ésta a su vez en (2.34), resolviendo la ecuación de estado y haciendo uso de (2.35)

$$\begin{aligned}
 x' - x &= e^{-t}/2 \\
 e^{-t}(x' - x) &= e^{-2t}/2 \\
 (e^{-t}x)' &= e^{-2t}/2 \\
 e^{-t}x &= \int e^{-2t}/2 dt = -1/4 e^{-2t} + c \\
 x &= -1/4 e^{-t} + ce^t \\
 1 &= -1/4 + c \\
 x &= 5/4 e^t - 1/4 e^{-t}
 \end{aligned}
 \tag{2.38}$$

EJEMPLO 3

El presente ejemplo consiste en una aplicación de la técnica de control óptimo para la resolución de un problema económico. El planteamiento es muy simplista, sin embargo resulta suficientemente ilustrativo.

Sea $\Pi(k)$ la tasa de ganancia que puede obtenerse dado un stock de capital $k(t)$. Esta función cumple

$$\Pi'(0) > 0$$

$$\Pi''(k) < 0$$

Se supondrá que el capital se deprecia a una tasa constante $d \geq 0$ y que el costo de invertir es función de la tasa bruta de inversión $i(t)$, y que cumple

$$C'(i) > 0$$

$$C'(0) = 0$$

$$C''(i) > 0$$

El problema consiste en encontrar la tasa de inversión $i(t)$ que maximice el valor presente del flujo de beneficios en un período de planeación establecido $0 \leq t \leq T$, planteamiento que puede expresarse como

$$\max \int_0^T e^{-rt} [\Pi(k(t)) - C(i(t))] dt$$

s. a.

$$k'(t) = i(t) - dk(t)$$

$$k(0) = k_0 > 0$$

$$i(t) \geq 0$$

donde r es la tasa de interés.

El Hamiltoniano es entonces

$$H = e^{-rt} [\Pi(k) - C(i)] + \lambda (i - dk)$$

De esta manera, las condiciones que las funciones han de cumplir son:

$$\frac{\partial H}{\partial i} = -e^{-rt} C'(i) + \lambda \quad 2.39.$$

$$\frac{\partial H}{\partial k} = -\lambda' = e^{-rt} \Pi'(k) - \lambda d \quad 2.40.$$

$$\frac{\partial H}{\partial \lambda} = k' = i - dk \quad 2.41.$$

Despejando y resolviendo la ecuación diferencial planteada en (2.40)

$$\begin{aligned} \lambda'(t) - d\lambda(t) &= -e^{-nt} \Pi'(k(t)) \\ \lambda'(t)e^{-dt} - d\lambda(t)e^{-dt} &= -e^{-n} e^{-dt} \Pi'(k(t)) \\ \frac{d\lambda(t)e^{-dt}}{dt} &= -e^{-(r+d)t} \Pi'(k(t)) \quad 2.42. \\ \lambda(t)e^{-dt} &= \int_0^t e^{-(r+d)s} \Pi'(k(s)) ds \\ \lambda(t) &= \int_0^t e^{-rs-d(t-s)} \Pi'(k(s)) ds \end{aligned}$$

Al substituir esta expresión en la ecuación (2.39)

$$\begin{aligned} C'(i) &= \lambda e^n \\ C'(i) &= \left[\int_0^t e^{-rs-d(t-s)} \Pi'(k(s)) ds \right] e^n \quad 2.43. \\ C'(i) &= \int_0^t e^{-(r+d)(t-s)} \Pi'(k(s)) ds \end{aligned}$$

se obtiene la tradicional condición de optimalidad en los problemas económicos: para un nivel óptimo de inversión, el costo marginal debe ser equivalente al ingreso marginal, en este caso, al ser un planteamiento dinámico, al flujo descontado de beneficios marginales.

Dado que la solución a este problema no es trivial, es decir, no basta con despejes y la resolución de ecuaciones diferenciales simples, como fue el caso en los ejemplos anteriores, la solución $i^*(t)$, $k^*(t)$, $\lambda(t)$ quedará sólo implícitamente definida a partir de las condiciones desarrolladas (ecuaciones (2.41), (2.42) y (2.43)).

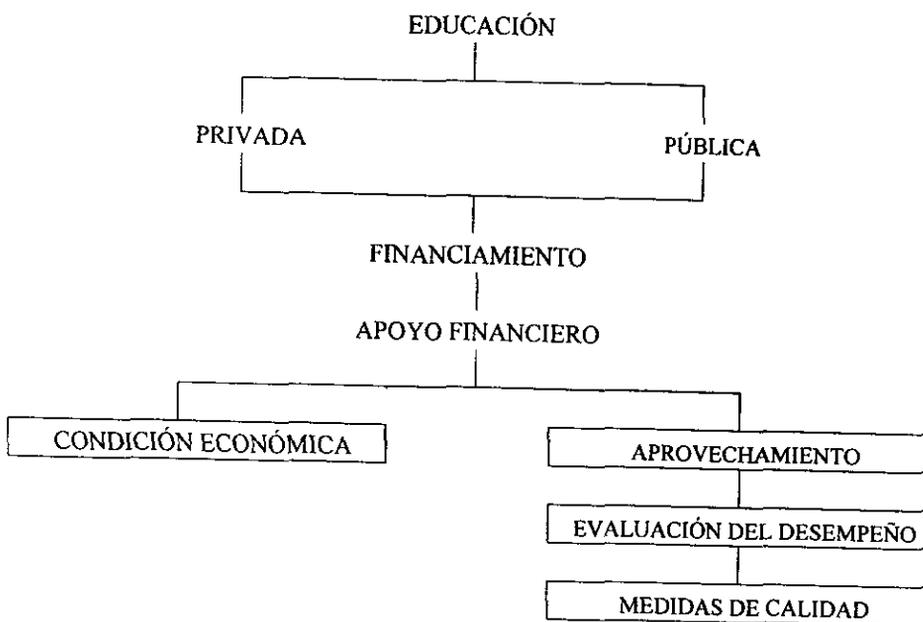
Este ejemplo permite, de esta forma, introducir el tipo de problema que se aborda en el tercer capítulo y que se refiere a la asignación óptima de becas bajo un esquema de información asimétrica.

CAPÍTULO 2

BIENES PÚBLICOS Y PROBLEMAS TEÓRICOS EN EDUCACIÓN

El presente capítulo pretende dar una visión general de la educación como bien público a través de las aportaciones realizadas por diversos autores especializados en el tema. El objetivo es centrar a la educación pública en el contexto económico teórico actual, proveer elementos que fundamenten su existencia, enumerar alternativas para su financiamiento y discutir brevemente su problemática.

En el siguiente cuadro se resume de manera general la estructura de este apartado:



2.1 BIENES PÚBLICOS

De acuerdo con algunos autores la definición de bienes públicos “es endógena y no exógena”, es decir, la forma de identificar a un bien público a través de los distintos atributos que los caracterizan.

Un bien se considera público cuando el uso del mismo por parte de un agente no impide que otros agentes hagan uso de él; es decir, la esencia de “público” radica en su potencialidad para **consumo colectivo**.

En algunos casos, el monto del bien público que consume un individuo **no disminuye** el nivel de consumo potencial del resto de los agentes; un ejemplo típico es el alumbrado público en una zona determinada: todos los individuos tienen el mismo consumo potencial y el que uno de ellos lo consuma no impide que el resto lo haga.

En ocasiones es posible **excluir** a cierto número de agentes del consumo de un bien público a partir de algún esquema institucional -clubes deportivos, televisión por cable-, sin embargo, existen casos en los que la exclusión resulta muy costosa como para que sea económicamente factible, como sería el caso de la recolección de basura, o simplemente no es posible -¿cómo podría un individuo renunciar a su consumo de defensa nacional?-. De esta manera surge una importante diferencia entre algunos bienes públicos y los bienes privados: en el último caso el consumidor elige libremente su nivel de consumo, mientras que en el primero, en ocasiones como las anteriormente ejemplificadas, no es posible evitar consumirlos, es decir, a pesar de que la decisión de producir un bien público se toma “colectivamente”, algunos agentes lo consumen en contra de su voluntad.

Existe también el caso entre los bienes públicos donde, independientemente de que se realice algún tipo de exclusión, la utilización por parte de algunos individuos reduce el consumo potencial del resto, es el caso de la vía pública, particularmente cuando se encuentra altamente transitada, o el de una alberca en un club deportivo. La utilidad individual que se deriva del consumo de un bien público puede estar afectada por el consumo del mismo que llevan a cabo el resto de los agentes, como es el caso de las

carreteras y las películas de cine, ya que, como fue señalado, el consumo colectivo puede generar algún tipo de externalidad¹ sobre el individuo.

Retomando el ejemplo de la recolección de basura, supóngase que cada agente decidiera si suscribirse o no al servicio, fácilmente algunos individuos decidirían no hacerlo y buscarían métodos para tirar su basura (en la calle, en la casa del vecino) sin que represente un costo para ellos. Con el fin de evitar estas acciones, se debería de contar con un sistema de monitoreo que resultaría sin duda más costoso que los beneficios que generaría la recolección, razón por la cual este servicio no resultaría económicamente viable. Por esta razón, es apropiado que se imponga suscripción obligatoria. Así surge otro atributo característico de los bienes públicos: el hecho de que resulta menos costoso imponer **suscripción** obligatoria que voluntaria para su consumo.

Los bienes públicos pueden ser categorizados de acuerdo con los agentes involucrados en el consumo del mismo, puede tratarse de la población de un país, estado, ciudad, colonia o lugar de trabajo, entre otros. Otros ejemplos de bienes públicos son los programas de protección ambiental y programas de televisión. Por las características anteriormente señaladas, los bienes públicos no pueden producirse y asignarse en mercados competitivos, por lo que para ello se emplean mecanismos como el voto de manera alternativa.

Existe otro tipo de bienes cuya naturaleza es básicamente privada en el sentido de que es posible producirlos y asignarlos bajo un esquema competitivo, pero por razones de política, con el fin de responder a ciertos objetivos, se tratan como públicos. Estos bienes son llamados **bienes públicos impuros**, y ejemplos típicos de este tipo de bienes son el sistema de salud pública y el sistema educativo.

En los siguientes apartados se proveerán argumentos con los que se ha fundamentado la necesidad de la existencia de un sistema público de educación; asimismo,

¹ Una externalidad, en términos generales, es el efecto -negativo o positivo- que el consumo de un bien por parte de uno o varios agentes, produce sobre el resto. Por ejemplo, el efecto negativo de la contaminación y el congestionamiento vial que genera el uso de automóviles; el efecto negativo que producen los fumadores; los efectos en ambos sentidos que tiene la construcción de un nuevo centro comercial.

se analizan distintos aspectos que el regulador debe considerar para su financiamiento y buen desempeño.

2.2 ARGUMENTOS TEÓRICOS SOBRE LA EXISTENCIA DE UN SISTEMA DE EDUCACIÓN PÚBLICA.

La existencia de bienes públicos puros e impuros es un punto más alrededor del cual versa el debate económico sobre el papel y el tamaño del sector gubernamental. En el centro de esta controversia se encuentran instituciones que tradicionalmente han contado con el respaldo del gobierno, como es el caso de la educación, por tratarse de un bien que se consume de manera privada pero que rinde tanto beneficios privados como públicos. Son distintos los argumentos que se han dado alrededor del por qué de la existencia de un sistema público que la provea, a continuación se pretende enumerar algunos de ellos según la visión de diversos autores especialistas del tema.

Es importante mencionar que si bien este trabajo aborda asuntos académico-administrativos sobre los que se ha centrado gran atención desde hace algún tiempo, solamente trata de manera tangencial uno de los temas que genera mayor controversia: el de la gratuidad de la educación superior, al cual únicamente se hace referencia dentro del apartado correspondiente a financiamiento del sistema educativo.

De igual forma vale la pena resaltar que los argumentos que a continuación se vierten no constituyen más que una revisión bibliográfica y con ella el planteamiento de un conjunto de ideas y posibles líneas de investigación posterior sobre los temas relevantes, no son necesariamente opiniones personales; de hecho, como se apreciará más adelante, se presentan algunas posiciones antagónicas. En el presente y los siguientes apartados, algunas partes del texto han sido resaltadas con el fin de destacar los puntos substanciales de la discusión.

2.2.1 ARGUMENTOS DE EFICIENCIA

Becker (1993) sintetiza que la teoría del capital humano parte de que los individuos eligen sobre su educación -entre otras cosas- ponderando beneficios y costos. El planteamiento de esta teoría ha llevado al gobierno a tratar de manera distinta el problema del **crecimiento y la productividad** ya que se ha enfatizado que la inversión en capital humano constituye un factor central del crecimiento económico². Un argumento de importancia considerable que ha sido tratado, entre otros, por Boldrin (1992), plantea que si el capital humano solamente se financia por la vía privada, los recursos para tal financiamiento se encontrarán por debajo del nivel eficiente aún en presencia de disponibilidad por parte de estudiantes, familiares y demás posibles fuentes particulares de apoyo. Esto lo atribuye a que, a pesar de que los capitales humano y físico son factores complementarios en el proceso productivo y que el nivel del primero debe ser considerado tanto como insumo para la producción de bienes finales como para la producción del mismo capital físico en función de las metas y requerimientos presentes y futuros, los agentes privados carecen de incentivos para considerar el incremento que se da en el retorno del capital que implica el gasto de una unidad monetaria extra en educación, por ello, el nivel de recursos de equilibrio destinados al sistema educativo con financiamiento privado **estará por debajo del que genere eficiencia productiva**, mismo que, argumenta, es alcanzable a través de un sistema que conforme ambos sectores a pesar de las ineficiencias que necesariamente genera el sector público en gastos de administración.

Garrat y Marshal (1994) por su parte aseguran que la educación juega un papel dual como bien, siendo tanto de consumo como de inversión; su naturaleza como bien de inversión justifica la intervención gubernamental debido a la **falla de los mercados financieros** que surge ante la imposibilidad de que el estudiante o su familia dispongan de un mercado perfecto de créditos que les permita adquirir los medios necesarios para invertir óptimamente en capital humano.

Alternativamente a la teoría del capital humano que afirma que la educación formal eleva la productividad del individuo, la hipótesis de *screening o signaling* sugiere que,

²Distintos autores han retomado esta idea y han desarrollado modelos formales de crecimiento endógeno, entre ellos, Romer (1986), Lucas (1988), Barro y Sala-i-Martin (1992).

aunque efectivamente existe una relación entre educación y productividad, ésta es menos directa a como se plantea en la primera. Desde este punto de vista la educación formal no hace más productivo al individuo, simplemente señala que puede serlo dado que se está educando, es decir, solamente constituye un filtro.

Para Lott (1990) no es obvia la razón para justificar la provisión de educación pública dado su **alto consumo de recursos y su organización**, que como la de cualquier institución pública, es menos eficiente. El autor considera que los distintos argumentos a favor de su existencia tales como: **el ser un modo de transferencia a la clase media; la existencia de economías de escala en la burocracia; el evitar que se realicen inversiones subóptimas en caso de recibirse transferencias monetarias en lugar de educación; imperfección en el mercado de capitales**; no han sido suficientes para respaldar a la educación como un bien público. Alternativamente plantea que la educación es útil para reducir el costo de las transferencias de riqueza a través de la participación del estudiante egresado en el mercado laboral, y para proporcionar una cierta visión y orientación de acuerdo a los objetivos gubernamentales. Afirma que la meta del gobierno es contar con **apoyo político** por lo que dirigirá sus acciones hacia donde éste se genere, en particular, económicamente muestra que la educación pública se encuentra en este caso, basándose en el argumento de Peltzman de que el apoyo se incrementa con el número de beneficiarios y con la probabilidad de que éstos lo garanticen. Similarmente, a juicio de Hoyt y Froedge (1993), el grado de provisión de educación pública se atribuye también a factores sociodemográficos y a una actitud en respuesta a la presión política que sobre el sistema ejercen **grupos de interés**.

2.2.2 ARGUMENTOS DE EQUIDAD

Otro tipo de argumentos con respecto a la necesidad de la existencia de la educación pública gira alrededor del derecho de cada individuo de ser provisto de la oportunidad que le permita desarrollarse intelectual y socialmente. Cohl (1993) plantea que el sistema público es defendible por constituir **una de las piezas centrales de la democracia**, sin embargo, plantea también que el estado actual de las escuelas públicas existentes no es justificable, tanto a causa de la calidad que estos centros de estudio ofrecen como de la

desigualdad en la asignación de fondos, lo cual presenta grandes dificultades para exhibir argumentos convincentes en favor del sistema. Por su parte Fernández y Rogerson (1993) exponen, en aras de eficiencia, ética y legalidad, algunos de estos argumentos; en primer lugar, que la educación es un **derecho fundamental** y si los eventos que determinan el lugar geográfico y la condición social al nacimiento circunscriben a su vez la educación y la calidad de la misma a recibir, este derecho se ve mermado por desigualdad de oportunidades; en segundo lugar, a consecuencia de esta inequidad, resulta **ineficiente el no desarrollar el potencial de individuos que podrían resultar altamente productivos** - volviendo así al argumento presentado anteriormente-. Equivalentemente, Paris (1994) afirma que las instituciones educativas son un vehículo para la **igualdad de oportunidades** y un medio para acceder a posiciones mejor remuneradas y de mayor status, es decir, que el prospecto de vida individual si no se expande, por lo menos no debe ser limitado por el sistema educativo³.

Así la provisión pública de educación puede ser vista, conjuntamente como un factor de productividad y como un instrumento de distribución, un medio tanto ínter como intrageneracional para la distribución del ingreso, con una parte voluntaria, el apoyo familiar, y otra, involuntaria en algún sentido, por parte de los contribuyentes.

2.3 FINANCIAMIENTO DEL SISTEMA PÚBLICO DE EDUCACIÓN.

2.3.1 COMPOSICIÓN DEL SISTEMA EDUCATIVO

La naturaleza de la educación como un bien público impuro da lugar a diversas posibilidades de estructuración pública-privada del sistema educativo; James (1992) intenta buscar los factores que han determinado dicha estructura entre los distintos países del mundo. Plantea que el mayor tamaño del sector privado en el ámbito educativo, en el caso que ambos sistemas fueran perfectos substitutos, responde a un exceso de demanda que la capacidad restringida del sistema público genera. El factor de racionamiento gubernamental podría atribuirse a un gasto público limitado cuyo origen se encuentra tanto en la fuente de

³Observa que la presencia de **analfabetismo funcional** así como de **falta de alternativas institucionales**, como serían la educación para adultos y el sistema abierto hablan de un **aparato educativo incompleto y limitante**.

los fondos de financiación como en las características de la autoridad responsable de la toma de decisiones. Sin embargo, motivos de demanda diferenciada que pueden tener su origen en una distinta provisión de calidad y/o de servicios institucionales -pues ambos sistemas pueden obedecer a distintos objetivos-, o la existencia de diferencias en las preferencias; es decir, una sustituibilidad imperfecta, da lugar también a un sistema educativo de naturaleza mixta en cuanto a sus proveedores. Es así que un sistema público de baja calidad puede dar pie al surgimiento de un sistema privado con mejores cualidades, al cual solamente tendrán acceso aquellos con capacidad y disponibilidad de pago, quedando racionados los individuos con niveles de ingreso menor a no consumir educación o a recibir la de menor calidad.

Con estos fundamentos James (1992) muestra econométricamente que la desigualdad social, el nivel de ingreso per cápita, la heterogeneidad de la sociedad, el nivel de desarrollo de un país y el gasto público en educación afectan el tamaño del sector educativo y su composición (público-privado).

Dicha heterogeneidad en la población estudiantil aunada a la composición de la sociedad, da origen a la existencia de intereses opuestos sobre el monto impositivo a recaudar y la asignación del ingreso gubernamental que éste genera; Boldrin (1992) al igual que muchos otros autores, asume el voto mayoritario como solución, donde la recaudación de equilibrio es determinada por el votante mediano al ser el agente representativo de la población, y de esta manera, concluye que en el equilibrio se observa típicamente gasto público y privado en la formación del capital humano dando lugar a que, mientras a niveles de ingreso alto un sistema público relativamente ineficiente será reemplazado por escuelas privadas, éste puede subsistir a niveles bajos y contribuir en el proceso de crecimiento económico, situación que no se daría si la educación privada fuese la única opción, es decir, **el financiamiento público de la educación, aún en el caso de que el sistema sea ineficiente, puede llevar a un crecimiento agregado en situaciones en las que el altruismo privado no basta para llegar a él.** Así el autor concluye que, si la acumulación de capital humano es un factor para el crecimiento, entonces las escuelas públicas se introducirán en aquellas economías cuyo stock de capital sea suficiente para tener la capacidad de invertir en educación y que ésta resulte redituable.

Para Garrat y Marshal (1994) el sector público, con su poder para recaudar impuestos, cobra implícitamente a toda la población por la educación que reciben o recibirán algunos de ellos, es decir, aunque no se lleven a cabo contratos reales, la gente acepta el sistema de financiamiento educativo como un contrato del que aleatoriamente disfrutará.

2.3.2 ALGUNOS RESULTADOS SOBRE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA

Bajo el supuesto ya citado, de que la inversión en capital humano a través de escolaridad formal es la maquinaria del crecimiento, Glomm (1992) presenta un modelo dinámico en el cual se endogeneiza la elección del sistema educativo y lo hace bajo tres posibles formas. En la primera, a los responsables de la manutención del educando se les recauda un "impuesto educativo" en caso de utilizar el sistema público, el resultado de esta política dependerá de un arbitraje entre costos; en la segunda se grava a la población independientemente del uso del mismo y el autor no encuentra garantía de existencia de equilibrio; y bajo la tercera forma se vota la naturaleza del régimen educativo, la cual dependerá de la distribución del ingreso, en particular, **si el nivel de ingreso medio está por encima de la mediana, el sistema será público.**

Para el autor, bajo un sistema de educación pública el gobierno recauda impuestos sobre el ingreso para proveerla, los fondos obtenidos son también el resultado de algún proceso político. En el modelo se llega a distintos resultados: primeramente la desigualdad en el ingreso decrece más rápido bajo un sistema público; en segundo lugar, la educación privada lleva a niveles más altos de ingreso per cápita a menos que la desigualdad en ingreso sea muy grande; y por último, en presencia de dos economías con sistemas de educación pública que sólo difieren en su distribución del ingreso, donde las diferencias sean más grandes se tendrán mayores niveles per cápita del mismo en cada período. Sin embargo, el modelo no incluye alguna conformación mixta del sistema, es decir, uno tal que combine ambas formas de educación.

2.3.3 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

En síntesis, de acuerdo con lo hasta ahora mencionado, el gasto en incrementar la eficiencia educativa además de ser asunto de política gubernamental, puede concernir a empresas y particulares, es decir, las fuentes de financiamiento y las relaciones escuela-empresa, son de importancia para contribuir a llevar a cabo las metas curriculares. De esta manera, algunas posibles fuentes de financiamiento de la educación superior son:

- El gobierno, a través de un presupuesto proveniente de los contribuyentes.
- El sector privado (empresas) a través de convenios.
- La misma universidad, a través de cada uno de sus organismos académicos por medio de proyectos y programas tanto con el sector privado como dirigidos a la comunidad y al desarrollo del país en cualquier ámbito.
- Los estudiantes y/o sus familiares.

Así los costos de la educación pueden ser financiados a través de ahorros familiares⁴, préstamos escolares⁵ o por medio de subsidios. **Las dos primeras formas tienen la ventaja de que los agentes involucrados toman en cuenta los costos reales de la educación, generándose así un incentivo a un mejor desempeño y un mecanismo de autoselección en función a la propia capacidad intelectual, sin embargo, también constituye un mecanismo de autoselección en función a la condición económica.**

Alternativamente, el tercer medio de financiamiento permite ingresar a la educación formal a agentes que de otra manera no podrían tener acceso, además de

⁴Tomando en cuenta la desutilidad por dejar de consumir en el pasado.

⁵Considerando aquellos bienes que se dejan de consumir en el futuro.

beneficiar a algunos contribuyentes que reciben más de lo que les es recaudado; no obstante, existe otra proporción de éstos que no se ven beneficiados directamente, y aún más, es posible que las ganancias en ingreso de los mejor educados ocurran a expensas de aquellos sectores laborales incapaces de evadir impuestos. James (1988) manifiesta que para proveer educación se debe asegurar que las ganancias por ella generadas, compensen y superen las ineficiencias consecuentes.

2.4 APOYO E INCENTIVOS

Richards y Sheu (1992) enumeran distintos elementos que se han de considerar para el diseño de políticas de financiamiento de la educación superior:

- Fórmulas de distribución de fondos.
- Garantías dirigidas a alumnos con necesidades económicas.
- Incentivos financieros para llevar a cabo resultados educativos:
 - Incentivos a individuos a manera de pago meritório.
 - Incentivos a escuelas como retribución al desempeño

Es necesario cuestionar qué tipo de instituciones y niveles educativos requieren prioritariamente el desarrollo y dirección de políticas y bajo qué objetivos. De la revisión de la literatura fue posible observar que es casi consensual que la atención debe primordialmente centrarse en la educación básica y media; esta afirmación se respalda en la gran cantidad de estudios realizados sobre educación enfocados a estos niveles. Sin embargo, aunque los requerimientos del sistema educativo pueden resultar más apremiantes para algunos, no deben perderse de vista políticas que respondan a los requerimientos de

cada uno de ellos. Cabe añadir que es el sistema de educación superior el que más fácilmente puede buscar vías complementarias de financiamiento debido, entre otras cosas, a la especificidad de sus objetos de estudio, de manera que es factible que los factores que afecten la calidad y eficiencia de este sistema, se extiendan también indirectamente al resto.

2.4.1 AYUDA FINANCIERA.

Un mecanismo ampliamente propuesto, en aras del argumento de igualdad en las oportunidades y en virtud del punto anteriormente mencionado concerniente a garantías a estudiantes es el de provisión de transferencias y/o préstamos para aquellos alumnos que enfrenten situación económica adversa con el fin de asegurar acceso y elección sin tomar en cuenta las restricciones financieras.

Feldstein (1995) calcula transferencias en función del ingreso con el que el responsable de la manutención del estudiante⁶ contaría para dedicar a la educación, es decir, pretende instrumentar una ayuda financiera en función a la diferencia entre el costo esperado por asistir a una institución educativa y una estimación de la capacidad familiar para contribuir al financiamiento, misma que se ve afectada entre otras cosas, por los gastos en consumo, impuestos, subsidios, y número de miembros que integran la unidad familiar tomando en cuenta además a aquéllos que aportan para su manutención.

De esta manera puede diseñarse un paquete de ayuda financiera que cerrará la brecha entre el costo de la educación y la capacidad de pago, y que puede constar tanto de becas como de préstamos a una tasa de interés por debajo de la del mercado y/o a plazos mayores de pago quedando el sistema de alguna manera subsidiado.

Planteando el ejemplo explícitamente, sea E el gasto bruto en educación y Y_E , la contribución familiar esperada neta de impuestos, entonces

$$t = k(E - Y_E) + B$$

⁶Probablemente el estudiante mismo.

es una posible forma de transferencia al alumnado, $k \in [0,1]$, donde el primer sumando es el monto de la transferencia dependiente en la condición social del alumno y el segundo, una parte independiente que puede tomar cualquier valor real, en particular podría tratarse de una parte de la beca que se incrementara con el desempeño escolar, es decir, que dependa de variables distintas a las de situación económica.

Similarmente, para Stampen y Cabrera (1988) la ayuda financiera distribuida con un criterio de equidad vertical, es decir, de manera que se eliminen las barreras financieras al acceso a la educación, a través de préstamos, becas y trabajo en el plantel educativo, **disminuye el número de deserciones elevando así la eficiencia terminal**. Sin embargo, los autores afirman que además de no haberse desarrollado hasta la fecha un sistema de evaluación de los programas de ayuda, existe una gran dificultad para evaluar el grado de necesidad que de éstos tienen los alumnos, la cual parte desde la obtención de información fidedigna hasta la delimitación de los grupos de ingreso y la definición de los estándares de *bajos ingresos*.

James (1988) afirma en cuanto al financiamiento por medio de préstamos, que es fundamental que la deuda adquirida sea manejable, esto es, en primer lugar, que el egresado por cubrirla tenga una ganancia superior a la correspondiente a un egresado del nivel inmediato anterior y en segundo lugar, que el monto de la deuda no afecte la elección de carrera o de trabajo con el objeto de poder pagarla.

Al mismo respecto, Woodhal (1988) opina que ya que el sistema de créditos es un instrumento que pretende proveer igualdad de oportunidades, debe ser tal que no desincentive la entrada a los estudiantes potenciales de escasos recursos económicos, sin embargo asegura que los créditos también son utilizados con el fin de disminuir el gasto público, lo que puede llevar a otro tipo de composición ya que la función objetivo sería diferente. Asimismo considera que este sistema puede ser de gran utilidad para que en los países en desarrollo se transfieran fondos de financiamiento de educación superior a básica lográndose así una mejora en eficiencia, ya que en muchos de ellos se observa típicamente un mayor presupuesto relativo destinado a aquélla, apoyando al mismo tiempo, dentro de la población universitaria, a los que más lo requirieran.

Sin duda el debate para la instauración de préstamos en la educación es complicado ya que, mientras en los sistemas que cuentan con cuotas éstos constituyen un apoyo financiero, en los sistemas "gratuitos" son una reducción al subsidio.

Woodhall menciona los pros y contras del establecimiento de un sistema de créditos; entre las ventajas se encuentran: la reducción a largo plazo del costo de los subsidios, la disminución de transferencias por parte de los sectores de bajos recursos hacia aquellos que en el futuro disfrutarán de mayores ingresos en promedio, una mayor conciencia por parte de los estudiantes en cuanto al costo de la educación y una mayor flexibilidad en instrumentos de financiamiento educativo en comparación con uno que cuente solamente con subsidios directos y becas.

Entre las desventajas se encuentran: un desincentivo para los estudiantes de bajos recursos, dificultad para la administración del sistema, en particular en la etapa de realización de cobros y pagos, ineficiencia de la estructura bancaria y una gran cantidad de obstáculos políticos que en consecuencia surgirían. Para el diseño de un plan de financiamiento educativo por medio de préstamos, el autor menciona que se requiere tomar algunas decisiones de política que abarcan desde la composición del mismo, su objetivo y a quién dirigirlo hasta la determinación del monto y los términos de pago.

2.4.2 DESEMPEÑO ESCOLAR E INCENTIVOS.

Partiendo del supuesto de que existe una medida adecuada para la evaluación del desempeño educativo y de la calidad académica, puntos que se discuten posteriormente, si el objetivo principal del sistema educativo consiste en la maximización de su calidad, es posible plantear el manejo de "recompensas" al esfuerzo y al desempeño. Becker y Rosen (1992) muestran que la competencia entre estudiantes estimula el esfuerzo académico si ellos son recompensados apropiadamente por su aprovechamiento. Plantean que las

⁷El sistema educativo no puede ser considerado como cien por ciento gratuito ya que los gastos de transporte, material, manutención durante el tiempo de estudio, el costo de oportunidad, constituyen costos en general no subsidiados (o por lo menos no del todo).

calificaciones de los exámenes poseen componentes tanto del verdadero esfuerzo y capacidad como elementos aleatorios⁸. A partir de un nivel de aprovechamiento límite ya sea preestablecido y anunciado con anticipación o dependiente de las notas obtenidas por el grupo, los estudiantes reciben distintas recompensas, y conociéndolas maximizan su utilidad esperada⁹. Este es, en pocas palabras el problema de la admisión a los centros educativos: ante un examen de selección y ciertos estándares, posiblemente fijos o dependientes de los resultados, el aspirante obtiene por recompensa, su integración o exclusión de la institución.

Los esquemas de incentivos han ido adquiriendo popularidad tanto en el sector privado como en el público pues han mostrado ser instrumentos que, a través de la motivación de los agentes involucrados, pueden dar soluciones que minimicen la ineficiencia resultante de la información asimétrica. Los responsables de la provisión de la educación enfrentan un problema de selección adversa al desconocer las habilidades y capacidad intelectual del estudiante, el esfuerzo y desempeño de los sectores académico y administrativo al momento de efectuar su labor y la manera en la cual la escuela utiliza y distribuye recursos.

Asociar incentivos a resultados deseables puede enfocar recursos y esfuerzo a mejorar la organización de una institución, el problema principal radica en encontrar los indicadores apropiados; Richards y Sheu (1992) afirman que a falta, entre otras cosas, de un proceso continuo de revisión y búsqueda de medidas alternativas adecuadas, de investigación alrededor de las características deseables de estos esquemas y de estudios empíricos de los programas existentes, no ha habido hasta la fecha, resultados efectivos. Enfatizan además la importancia de conocer las opiniones y actitudes que frente a estos esquemas asumen los distintos sectores integrantes del sistema educativo.

En el artículo anteriormente mencionado, las escuelas son categorizadas de acuerdo a su situación económica, calidad y perfil de sus integrantes, y son ubicadas dentro de un sistema de bandas de comparación cuyos límites constituyen estándares mínimos y

⁸ De los cuales es posible distinguir entre efectos de la prueba comunes a todos los estudiantes (como serían el diseño del examen, forma de evaluación, etc.) y un efecto aleatorio propio del evaluado (nerviosismo, problemas personales, etc.).

⁹ Si bien este mecanismo por un lado puede estimular la competencia, por otro puede incentivar la colusión.

máximos. Los incentivos se distribuyen con el fin de que no solamente aquellas escuelas que de entrada cuentan con altos niveles de desempeño resulten favorecidas, ya que pretende evaluar no la calidad alcanzada sino el cambio en la misma¹⁰. Sin embargo, ya que bajo este sistema las escuelas de alto desempeño se verían desincentivadas, Richards y Sheu sugieren el diseño de **esquemas que combinen ambos aspectos**.

Para Woodhall (1988) pueden otorgarse contratos de créditos que instrumenten incentivos como sería el caso de porcentajes de deuda cancelada por terminar en el plazo previsto, por continuar estudiando o por realizar determinadas actividades profesionales como sería el caso de la docencia; sin embargo, afirma que el estudiante puede caer en realizar la elección de carrera dependiendo del monto de la deuda y las garantías por adquirir y no con un criterio de preferencias personales.

Con respecto a los dos subapartados anteriormente tratados cabe mencionar que existe cierta controversia alrededor del tipo de ayuda financiera más adecuada; la otorgada con base en la necesidad económica o la correspondiente a incentivos al mérito académico. Baum y Schwartz (1988) se inclinan más hacia la primera, ya que a su juicio ésta asegura que el mérito no se verá limitado por barreras monetarias, es decir, que mientras este tipo de ayuda incrementa la cantidad de alumnos de alto desempeño, la otra excluye a algunos por falta de recursos, en el caso de que estas medidas reemplacen a la ayuda basada en la necesidad económica y no la complementen. Opinan que a pesar de que el objetivo de la ayuda basada en el mérito académico pretende incrementar la competencia institucional y mantener un cierto estándar de calidad entre los estudiantes, ésta ha dado lugar al desplazamiento de algunos de ellos por parte de los que de cualquier manera hubieran tenido capacidad económica para acceder al sistema educativo, además de que con ello se corre el riesgo de una caída en el nivel académico. **Los autores plantean alternativamente un sistema de ayuda marginal en función al mérito, otorgada entre los que se juzga, la necesitan, el cual proveería mejores resultados.**

¹⁰Además, las escuelas presentan un programa de gasto presupuestal y con base en él también son retribuidas por medio de incentivos.

2.5. CALIDAD Y EVALUACIÓN.

Debido a que tanto la teoría del capital humano como la hipótesis de *signaling* aceptan algún tipo de relación entre productividad y educación, Paris (1994) considera que el debate ha pasado a ser un punto académico y ahora debe centrarse en el tipo de conocimientos por transmitir ante una brecha creciente entre las necesidades del mercado de trabajo y la preparación con que cuentan los egresados frente a la demanda de una especialización cada vez mayor.

2.5.1 CAUSAS DE INEFICIENCIA Y PLANTEAMIENTOS PARA LA MEJORA DEL SISTEMA EDUCATIVO

Para Brown (1992) existen dos formas de ineficiencia en el sistema educativo: en primer lugar una de naturaleza **técnica**, consistente en un desempeño deficiente comparativamente, dado un nivel de recursos, y atribuyéndolo principalmente a una mala administración, exceso de burocracia y a fallas en el sector académico; en segundo lugar una ineficiencia que refleja la mala conformación de servicios educativos, es decir, un **desequilibrio en el material académico provisto**. En los trabajos citados se coincide en la necesidad de impartir nociones más genéricas y formativas, menos específicas, con el fin de adquirir capacidades y habilidades que faciliten el aprendizaje en el mismo lugar de desempeño post-educacional, así como de incentivar el interés por la continua actualización y adaptación a un sistema sumamente cambiante, sin dejar de lado los requerimientos actuales en el campo laboral pero teniendo al mismo tiempo una visión a largo plazo. Añaden que las fuertes críticas acerca del sistema educativo intensifican la necesidad de incrementar las relaciones entre las instituciones académicas y el medio de trabajo, de manera que conocimientos teóricos y prácticos se complementen y logren un mejor desempeño del egresado una vez en el mercado.

A juicio de Waddock (1993), ciertos factores críticos como son entre otros, la demografía cambiante, la gran cantidad de escuelas deficientes, la inversión inadecuada en recursos humanos y los cambios en la naturaleza del trabajo, se han combinado para hacer

de la educación un elemento central en el descenso de la competitividad. Levin (1989) observa que el número de estudiantes que enfrentan bajo rendimiento educacional y menos años de escolaridad terminados se ha venido incrementando con el tiempo, lo cual afecta la productividad, el empleo y la salud de la economía y da lugar a que las empresas enfrenten mayores costos por capacitación, rezagos en productividad, y desventajas competitivas. Independientemente de la composición del sistema educativo, para que resulte eficiente la utilización de sus recursos el citado autor propone los siguientes puntos:

- Tener una función objetivo clara.
- Dar incentivos a escuelas y al personal estrechamente relacionados con la función objetivo.
- Considerar la utilidad de todos los recursos disponibles.
- Una mayor participación por parte de los agentes directamente involucrados en el proceso educativo (académicos y estudiantes) en la toma de decisiones.
- Contar con sistemas efectivos de medición de estrategias educacionales que retroalimenten a las ya implementadas.
- Disponer de información acerca de alternativas y asistencia técnica para la toma de decisiones institucionales e implementación de las mismas.

Levin (1989) plantea al respecto una interrogante central: el determinar qué tipo de efectos puede tener una reforma sobre el aprovechamiento del estudiante y cuál es la eficiencia relativa de tal reforma en términos de efectividad de costos, considerando además que el individuo invierte en educación esperando que el incremento en conocimientos y habilidades le lleve a un nivel mayor de satisfacción, esto es, que los beneficios que obtenga por haberse educado sean mayores a los costos que implican llevarlo a cabo¹¹.

¹¹Donde los beneficios incluyen tanto ganancias monetarias y mejoras en ocupación, como recompensas de índole cultural y en general, no monetarias; los costos por su parte involucran el costo de oportunidad que representa el tiempo que se dejó pasar al invertir en educación, pudiendo realizar otras actividades.

A su juicio, las políticas públicas encaminadas a mejorar el aprovechamiento se realizan bajo recomendaciones altamente ineficientes desde una perspectiva económica, es decir, los agentes gubernamentales que promueven la investigación educacional raramente solicitan análisis económicos -costo-beneficio- que serían de gran utilidad para el control de un considerable malgasto de recursos que podrían destinarse a mejoras en eficiencia en los sectores involucrados en el proceso educativo.

En Levin (1992) se presentan tres estrategias básicas para el mejoramiento de la eficiencia y efectividad del sistema educativo:

- Reestructuración de la organización y toma de decisiones en las escuelas públicas a través de la descentralización de decisiones y responsabilidades como serían los sistemas de contabilidad, incentivos e información.
- Provisión de mecanismos de financiamiento diversos como serían préstamos y becas, promoviendo al mismo tiempo alternativas privadas y públicas dadas a instituciones que cubran ciertos estándares mínimos.
- Dotar al mercado educativo de opciones de elección con el fin de incrementar la competitividad en el sector público.

La teoría de contratos desarrollada por Garrat y Marshal (1994), da a la calidad educativa la cualidad de bien, considerándola como uno más en el proceso de provisión, por medio de esquemas que permiten determinar el monto de impuestos a recolectar, proporción de aspirantes a ser admitida y calidad de la educación ofrecida; justificando teóricamente el requerimiento de un nivel mínimo de desempeño escolar previo a la admisión al ciclo correspondiente.

En Glomm (1992) los fondos recaudados como resultado de un proceso de votación para el financiamiento del sistema público determinan un nivel de calidad; mientras que en el caso de un sistema privado de educación, el ingreso de los responsables de la

manutención del estudiante se distribuye entre consumo y pago por calidad, es decir, existen distintos niveles de la misma.

Peltzman (1993) señala algunos factores políticos importantes que han influido en el declinamiento de la calidad en la educación pública, entre ellos:

- Los cambios en el gasto público, en particular, el educativo.
- El cambio en la proporción alumnos/maestro
- La presión política que ejercen ciertos grupos empresariales e industriales, pues éstos cargan con un costo importante en la caída de la calidad en términos de la reducción en la productividad que acompaña a una fuerza de trabajo menos capacitada, especialmente en un momento en que se demanda trabajo calificado. Sin embargo, recientemente se ha observado que estos grupos carecen de incentivos fuertes para ampliar el mejoramiento en escuelas públicas, pues demandan egresados ya sea del sistema privado o con grado académico mayor, argumentando que les resulta más fácil preparar a un grupo pequeño a un cierto nivel, que responsabilizarse por una mayor cantidad de trabajadores, profesionistas y técnicos en potencia a quienes no serán capaces de emplear.
- Los cambios en el ámbito político como son la sindicalización del sector académico y el personal en general, específicamente algunos puntos que pueden entrar en conflicto con ciertas metas educativas.
- La política centralizada de financiamiento educativo. Al descentralizar el sistema, es probable que las fuerzas políticas que lo afectan resultaran más fácilmente identificables, pues obedecerían por un lado a acciones mucho más particulares y por otro, las de naturaleza global, afectarían a cada órgano en distinta magnitud y distinto momento.

En presencia de la necesidad de proveer una educación de calidad según los argumentos anteriores y con el fin de impulsar el desarrollo y mejorar la distribución de recursos a las instituciones, de acuerdo a los posibles instrumentos y variables con las que se cuenta, se requiere de mecanismos que evalúen al sistema educativo en todos y cada uno de sus componentes contemplando el desempeño, proceso, administración, política e impacto, no obstante, la construcción de tales medidas ha sido históricamente el origen de fuertes conflictos políticos.

2.5.2 MEDIDAS DE CALIDAD EDUCATIVA

El éxito o fracaso del sistema educativo a escala individual ha sido continuamente estudiado y verificado a través del papel que diversas variables juegan con respecto al nivel de ganancias o el cambio en las mismas que el egresado presenta en el tiempo, es decir, la calidad en la educación ha sido ampliamente considerada como un factor determinante -no el único- del ingreso futuro¹². Es de importancia identificar aquellas variables que son indicadoras del nivel de calidad del sistema educativo y de la educación que en particular cada individuo recibe, pues sobre ellas es que deben dirigirse políticas que busquen su mejoramiento.

En un estudio econométrico que pretende analizar la importancia de la calidad escolar en el desempeño laboral a través de la tasa de retorno a la educación, Card y Krueger (1992) emplean como aproximaciones a la calidad: el número de alumnos por profesor, la longitud del período escolar, el nivel de salarios y el nivel educativo del sector académico; mostrando evidencia de que los estudiantes de instituciones con mayor calidad de acuerdo a estas variables tienden a tener un mayor retorno por cada año extra de estudio¹³; otra variable que tradicionalmente ha sido utilizada para la aproximación de la calidad es el gasto por alumno.

¹²Por otro lado, es cuestionable este punto ya que no es necesariamente una mejor educación la que da pie a mejores ingresos y posiciones, es también una cuestión de reputación -entre otras cosas-; donde las bases sobre las que ésta se construye y las fuentes que le dan origen son también ampliamente cuestionables.

¹³Se toman también en cuenta otras variables: lugar y fecha de nacimiento, lugar de residencia, experiencia laboral, estado civil, antecedentes académicos familiares.

Por su parte, Borland y Howsen (1992) añaden a las ya mencionadas, una medida de la concentración en los mercados educativos a través del índice de Herfindal que afecta negativamente a la calidad escolar, una medida de habilidad innata a través de resultados obtenidos en evaluaciones, grado de asistencia tanto del sector académico como del estudiantil, porcentaje de estudiantes que continúan un grado posterior al analizado y costos de administración.

Al no bastar un análisis cuantitativo del nivel y cambio de estos indicadores, se requiere también una parte cualitativa así como el desarrollo de criterios que permitan realizar juicios objetivos.

Según la Comisión Nacional de Evaluación de la Educación Superior¹⁴, entre las características deseables que debe contar un sistema de evaluación se encuentran: procedimientos permanentes y sistemáticos que evalúen cada instancia educativa tanto en sus funciones académicas, planes, programas y metodologías como en el empleo de recursos humanos, tecnológicos, económicos y materiales, asimismo estas medidas deben penetrar gradualmente hasta lograr una cobertura total y profundidad en el análisis.

Es importante resaltar que aunque una estructura del proceso de evaluación común a toda instancia educativa es un indicador, no es suficiente dada la heterogeneidad de las instituciones tanto en sus campos de estudio como en su desarrollo, por lo cual la particularización es necesaria y con ella la participación de las partes evaluadas como evaluadoras; en virtud de ello se ha sugerido la integración de organismos interinstitucionales y multidisciplinarios. De esta manera debe contarse con un sistema de evaluación global que mida el desempeño general de la educación, uno a nivel institución que identifique las características comunes a todos los centros de estudio así como las particularidades de cada uno de ellos, lo cual desemboca en uno a nivel dependencias pertenecientes a la institución para finalmente llegar a uno a escala individual con el objeto de evaluar a los sectores que conforman al sistema educativo.

¹⁴Según el documento "Lineamientos Generales y Estrategia para Evaluar la Educación Superior" aprobado el 4 de Septiembre de 1990.

Algunos problemas adicionales que aparecen paralelos a la creación de medidas de evaluación son la determinación de los evaluadores, forma de evaluar, momentos para hacerlo y la totalidad de los ámbitos por considerar dentro de la evaluación como serían: docencia, investigación, difusión, normatividad, organización, planeación, evaluación y financiamiento, entre otros.

Existen distintos factores que han hecho que la metodología de evaluación haya sido ampliamente criticada, entre ellos se encuentra la burocracia, los altos costos de monitoreo y verificación que surgen ante problemas de información imperfecta; el exceso de instancias externas participantes en el proceso, mismas que reciben una gran cantidad de recursos generando así un alto costo de oportunidad; los intereses externos que se generan y afectan los procesos de evaluación alejándose del ámbito meramente académico, los múltiples requisitos que se demandan a las instituciones, quienes por dedicar parte de su tiempo a cubrirlos dejan de lado actividades académicas; la falta de capacitación por parte de los evaluadores, ya que a pesar de que algunos de ellos son seleccionados de entre los académicos más calificados, no todas las ramas que abarque el área a la cual pertenezcan son de su competencia; la aplicación de criterios restrictivos y no indicativos de calidad¹⁵, la falta de particularización de cada caso en cuanto a su rama de estudio y su desarrollo, es decir, una sobregeneralización de los criterios y las medidas cuantitativas de productividad sobre las cualitativas, entre otros.

¹⁵Otro problema que surge paralelamente al desarrollo de una metodología para la evaluación de instituciones es el establecimiento de estándares mínimos tanto de calidad institucional como de conocimientos básicos por parte de los aspirantes y estudiantes para ingresar y permanecer dentro de la institución.

CAPÍTULO 3

UN SISTEMA DE BECAS DEPENDIENTES DEL NIVEL DE APROVECHAMIENTO

El objeto de esta sección consiste en diseñar un mecanismo por medio del cual se incentive al estudiante a realizar un esfuerzo que responda óptimamente a la maximización de una función de bienestar social que lo involucra directamente a partir de su utilidad e indirectamente a través del beneficio -o pérdida- social que su educación implica a la luz de los argumentos provistos en la sección anterior en cuanto a la existencia de un sistema de educación pública.

Este mecanismo estará constituido por un paquete de becas o préstamos para manutención dotados en función de la óptima señalización del tipo de estudiante como resultado de la compatibilidad con los incentivos. Esto es, el estudiante recibirá incentivos de manera que lo más conveniente para él sea indicar su verdadero grado de capacidad sin hacerse pasar por un individuo más o menos capaz.

Es importante hacer mención que el modelo siguiente se plantea y aplica independientemente del tipo de financiamiento del sistema público, es decir, la discusión de las cuotas en la universidad pública queda fuera del alcance del trabajo.

El esquema de becas a desarrollar pretende ser un complemento de un amplio sistema que cubra otro tipo de instrumentos, ya que, como se mencionó en el primer capítulo, un conjunto de medidas destinadas a incentivar el aprovechamiento independientemente de la condición económica del estudiante puede resultar en un racionamiento, por medio del cual, alumnos de alto rendimiento potencial estarían quedando fuera debido a su imposibilidad económica para acceder al sistema educativo.

De esta manera, el otorgamiento de becas en función al rendimiento sería en un segundo momento, es decir, una vez que el problema de igualdad de oportunidades para el ingreso y la permanencia, eliminando las barreras económicas fue resuelto. Rescatando el planteamiento realizado por Feldstein (1995), que fue mencionado en el primer capítulo, el esquema por desarrollar equivaldría a B en la función de transferencia por este autor propuesta:

$$t = k(E - Y_E) + B$$

Para el desarrollo del modelo se emplearán técnicas de control óptimo, mismas que fueron expuestas y ejemplificadas en el capítulo previo. Se pretende que queden cubiertos los primeros puntos señalados por Levin (1989) expuestos en la recopilación bibliográfica, es decir, *el planteamiento de una función objetivo clara, la construcción de incentivos relacionados con la función objetivo y la participación de los agentes involucrados*, en este caso los estudiantes, *en la toma de decisiones*.

3.1 EL MODELO

Sea β una variable aleatoria dentro de un intervalo $[\beta_-, \beta^+]$, que representa la capacidad académica individual, la cual, es información privada del estudiante; donde β^+ es el tipo correspondiente a la mayor capacidad y β_- a la menor. El agente regulador solamente conoce la forma de su distribución, $F(\beta)$ (función continua, con densidad $f(\beta)$), además, es incapaz de observar el nivel de esfuerzo de los estudiantes, lo único que observa es su aprovechamiento general.

Dentro del sistema educativo, el estudiante tendrá un cierto nivel de desempeño escolar (observable), la medida tradicional de éste son las calificaciones, las cuales se calculan generalmente a partir de exámenes y otro tipo de evaluaciones; es claro que en muchas ocasiones, éstas no constituyen una medida precisa del aprovechamiento, sin embargo han sido considerados como una buena aproximación. El presente trabajo considera a los mecanismos de evaluación como dados, y no los limita a un método fijo y determinado.

El desempeño escolar se supondrá, es función, tanto de la capacidad intelectual del estudiante, como del esfuerzo que realice:

$$A = f(\beta, e) \quad 3.1.$$

con:

- A el nivel de aprovechamiento, y
- e el esfuerzo aplicado para lograrlo.

Se atribuirán tanto a β como a e solamente valores no negativos.

En este trabajo no se analiza una función de aprovechamiento que capte otros elementos que claramente están presentes en el desempeño académico de un estudiante, tales como su situación laboral u otros factores por él controlables, así como tampoco se contemplan algunos otros de naturaleza aleatoria, es decir, contingencias fuera de su control.

El estudiante interesado en acceder al sistema de educación superior maximizará su utilidad decidiendo el nivel de esfuerzo a realizar. Sea U el nivel de utilidad correspondiente:

$$U = U(w(A), \varphi(e), t(A)) \quad 3.2.$$

donde:

$w(A)$ es una función creciente del aprovechamiento, que puede tener, entre otras interpretaciones: el valor presente de las ganancias futuras derivadas del ejercicio de su profesión, o una medida de utilidad (no necesariamente monetaria) por adquirir conocimientos y poder desempeñarse en la actividad de su preferencia.

Sobre la cual se supone

$$w''(A) < 0$$

de tal forma que la inversión en educación por parte del individuo y el aprovechamiento que de ella se desprenda no tiendan a infinito, es decir, que el estudiante encuentre un nivel óptimo -para lo cual se requieren supuestos adicionales que se presentan a continuación-

$\varphi(e)$ es una función de desutilidad del esfuerzo en la que se incorpora el costo de oportunidad que representa el estudio frente a otras actividades, se supone con las siguientes propiedades

$$\varphi'(e) > 0;$$

$$\varphi''(e) > 0;$$

$$\varphi'''(e) > 0;$$

$$\varphi(0) = 0;$$

el primer supuesto implica que un mayor nivel de esfuerzo genera una desutilidad mayor, el segundo, que lo hace a una tasa creciente y el tercero es un supuesto meramente técnico que se empleará más adelante.

$t(A)$ es una transferencia -beca- que el estudiante recibe dependiendo crecientemente del nivel de aprovechamiento que alcance

$$t'(A) > 0.$$

Para plantear una solución sencilla para la interpretación se asumirá linealidad en las funcionales, suponiendo que las expresiones previas, además de representar utilidades y desutilidades, realizan una transformación de unidades en una sola uniforme.

De esta manera, la ecuación (3.1) puede ser expresada como

$$A = \beta + e \quad 3.1.'$$

y la (3.2) como

$$U = w(A) - \varphi(e) + t(A) \quad 3.2.'$$

Con el objeto de que exista solución al problema de maximización individual se establece el supuesto

$$\varphi'' > t'' + w'',$$

mismo que garantiza la estricta concavidad de la función de utilidad con respecto al esfuerzo y refleja que la tasa de crecimiento de la desutilidad cambia más rápidamente de lo que lo hacen las correspondientes a los factores "positivos" de la función de utilidad.

Si el organismo regulador tiene como objetivo la maximización del bienestar social, se plantea un problema como el siguiente:

$$W = \max_{\{t(\cdot), t(\cdot)\}} \int_{\beta_-}^{\beta_+} [S(A) - (1 + \lambda)t(A) + U(\cdot)] dF(\beta) \quad 3.3.$$

donde:

$S(A)$ es una función creciente del aprovechamiento que indica el beneficio o pérdida social que implica la formación académica del individuo, a su vez es una medida de la calidad de éste como estudiante.

λ representa el "costo sombra" de los fondos públicos, es decir, la medida del costo social por destinar tales fondos a la educación, esto es, refleja las distorsiones de la imposición necesaria para el financiamiento de las becas.

Dentro de este parámetro puede capturarse la presencia de un sistema de becas a crédito a través del valor presente de los pagos futuros, de esta manera podría manejarse en forma equivalente a las becas crecientes del aprovechamiento, un monto futuro por cubrir decreciente con respecto al mismo.

Como puede observarse, la función por maximizar consiste en un valor esperado debido a que el regulador desconoce el tipo que al estudiante corresponde, mismo que determinará el nivel de bienestar social, es decir,

$$\int G(\beta) dF(\beta) = \int G(\beta) f(\beta) d\beta$$

expresión equivalente a la definición de valor esperado.²²

Es importante resaltar que el maximizador, está optimizando individualmente, es decir, calcula el impacto que sobre el bienestar social tendrá el desempeño de un estudiante becado. Para encontrar el efecto agregado generado por la población estudiantil total, bastará con sumar sobre todos los individuos pertenecientes al sistema académico en cuestión. Otros supuestos que se han manejado de manera implícita en el planteamiento son la falta de injerencia de otros factores sobre el desempeño de los estudiantes, lo cual si bien restringe los resultados, no impide el desarrollo de un primer ejercicio que oriente sobre el sentido de una respuesta óptima.

²² Donde $G(\beta) = S - (1 + \lambda) t + U$

3.2 DEFINICIONES Y CONDICIONES DEL MODELO

Frente a este planteamiento, el organismo regulador deberá determinar una *asignación* contingente al tipo del estudiante:

$$\beta \longrightarrow y(\beta) = (A(\beta), t(\beta))$$

DEFINICIÓN

Una asignación será *implementable* si es compatible con los incentivos, esto es, -de acuerdo con la definición provista por Fudenberg y Tirole (1991)- si existe una función de transferencia

$t(\beta)$, $\forall \beta, \beta' \in [\beta_-, \beta^+]$, $y(\beta)$ satisface:

$$U(y(\beta), \beta) \geq U(y(\beta'), \beta) \quad 3.4.$$

La compatibilidad con los incentivos restringirá a que el nivel de utilidad para un estudiante que señala su verdadero tipo, sea mayor o igual al que obtendría revelando uno distinto.

Considerando esto, el regulador debe incorporar a las restricciones de su problema el comportamiento maximizador de la población por regular.

Siguiendo el razonamiento de Laffont y Tirole (1993) y adecuándolo al modelo presentado:

PROPOSICIÓN²³:

Si $\beta \in [\beta_-, \beta^+]$ y las funciones $A(\cdot)$, $U(\cdot)$ son diferenciables, existe un mecanismo compatible con los incentivos (es decir, uno como el definido en (3.4)) si y solo si

$$U'(\beta) = \varphi'(A(\beta) - \beta) \quad 3.5.$$

$$A'(\beta) \geq 0 \quad 3.6.$$

DEMOSTRACIÓN.

Sea $U(\beta, \beta^*) = w(A(\beta^*)) - \varphi(A(\beta^*) - \beta) + t(A(\beta^*))$, notación para identificar la manera en la que ingresan a la utilidad el verdadero tipo y el declarado por el estudiante.

1. \Rightarrow

Supongamos que el esquema es compatible con los incentivos, entonces se cumple

$$\begin{aligned} w(A(\beta)) - \varphi(A(\beta) - \beta) + t(A(\beta)) &\geq w(A(\beta^*)) - \varphi(A(\beta^*) - \beta) + t(A(\beta^*)) \\ w(A(\beta^*)) - \varphi(A(\beta^*) - \beta^*) + t(A(\beta^*)) &\geq w(A(\beta)) - \varphi(A(\beta) - \beta^*) + t(A(\beta)) \end{aligned}$$

Sumando las desigualdades se obtiene

$$-\varphi(A(\beta) - \beta) - \varphi(A(\beta^*) - \beta^*) \geq -\varphi(A(\beta^*) - \beta) - \varphi(A(\beta) - \beta^*)$$

Reacomodando

$$\varphi(A(\beta^*) - \beta) - \varphi(A(\beta) - \beta) \geq \varphi(A(\beta^*) - \beta^*) - \varphi(A(\beta) - \beta^*)$$

²³ Análogo a la proposición 1.2 del texto citado, p.64.

Equivalentemente, por el Teorema Fundamental del Cálculo, puede expresarse como

$$\int_{A(\beta)}^{A(\beta^*)} [\varphi'(x - \beta) - \varphi'(x - \beta^*)] dx \geq 0$$

$$\Rightarrow \int_{\beta^*}^{\beta} \int_{A(\beta)}^{A(\beta^*)} -\varphi''(x - y) dx dy \geq 0$$

$$\Rightarrow \int_{\beta}^{\beta^*} \int_{A(\beta)}^{A(\beta^*)} \varphi''(x - y) dx dy \geq 0$$

ya que por hipótesis $\varphi''(\epsilon) > 0$,

$$\forall \beta \in [\beta, \beta^*] \quad \text{si } \beta^* > \beta \Rightarrow A(\beta^*) \geq A(\beta)$$

Además si hay compatibilidad con los incentivos

$$\left. \frac{\partial U(\beta, \beta^*)}{\partial \beta^*} \right|_{\beta^* = \beta} = 0 \quad 3.7.$$

aplicando el teorema de la envolvente y substituyendo las C.P.O. se encuentra la segunda condición:

$$w' A' - \varphi' A' + t' = 0$$

$$\therefore t'(\beta) = [\varphi'(A(\beta) - \beta) - w'(A(\beta))] A'$$

sea $V(\beta)$ la función de utilidad indirecta dado que la respuesta óptima es revelar el verdadero tipo, es decir

$$V(\beta) = U(\beta, \beta),$$

por el teorema de la envolvente sabemos que

$$V'(\beta) = U'(\beta)$$

por lo que

$$U'(\beta) = w'(A(\beta))A' - \varphi'(A(\beta) - \beta)(A' - 1) + t'(\beta)$$

substituyendo las C.P.O.

$$U'(\beta) = \varphi'(A(\beta) - \beta) \quad \diamond$$

2. \Leftarrow

Supongamos que se cumplen las condiciones (3.5) y (3.6), a continuación se mostrará por reducción al absurdo que ambas implican compatibilidad con los incentivos, para ello supondremos que existe un tipo óptimo por revelar distinto del verdadero, es decir,

$$U(\beta, \beta^*) > U(\beta)$$

lo cual puede expresarse como

$$\int_{\beta}^{\beta^*} U_2(\beta, x) dx > 0$$

donde U_2 es la derivada de la función de utilidad con respecto a su segundo argumento, i.e., $\frac{\partial U}{\partial x}$.

Equivalentemente

$$\int_{\beta}^{\beta^*} [U_2(\beta, x) - U_2(x, x)] dx > 0$$

de la misma forma

$$\int_{\beta}^{\beta^*} \int_{\beta}^{\beta^*} U_{12}(y, x) dy dx > 0$$

donde

$$U_{12} = \frac{\partial U_2(y, x)}{\partial x}$$

lo cual por (3.5) y el supuesto de que revelar el verdadero tipo no es óptimo se puede escribir como

$$U_{12} = \frac{\partial \varphi'(A(x) - y)}{\partial x} = \varphi''(A(x) - y) A'(x)$$

Ya que por una parte $\varphi'' > 0$ y $A' \geq 0$, la expresión dentro de la integral es no negativa, y por otra

$$\text{si } \beta^* > \beta \Rightarrow x \geq \beta \quad \forall x \in [\beta, \beta^*]$$

$$\text{si } \beta > \beta^* \Rightarrow x \leq \beta \quad \forall x \in [\beta, \beta^*]$$

En ambos casos las desigualdades anteriores no se mantienen, por lo que se llega a una contradicción. \diamond

DEFINICIÓN

Para que una asignación implementable sea **factible**, se requiere que satisfaga una *restricción de participación*, es decir, una tal que dé lugar a que el nivel de utilidad que el estudiante obtenga por estudiar sea por lo menos equivalente a una cierta utilidad de reserva que se alcanzaría de no hacerlo; esta utilidad se supone independiente del tipo.

$$U(A(\beta), t(\beta), \beta) \geq U_0 \tag{3.8}$$

Sin pérdida de generalidad es posible normalizar dicho nivel: $U_0 = 0$.

Por la restricción de compatibilidad con los incentivos (3.5), sabemos que la función de utilidad es creciente del tipo, por lo tanto

$$U(\beta^*) \geq U(\beta_-) \geq 0,$$

entonces se puede expresar (3.7) como:

$$U(A(\beta), t(\beta), \beta) \geq U(\beta_-) \geq 0 \tag{3.9}$$

de hecho, ya que las transferencias son socialmente costosas, el regulador estaría en el interés de minimizar dichos costos fijando el estado del individuo menos capaz en el nivel de utilidad de reserva, de manera que le resulte indiferente el educarse o no, por lo que (3.9) podría expresarse como:

$$U(\beta_-) = 0 \quad 3.9'$$

3.3 EL PROBLEMA DEL ESTUDIANTE

Planteando el problema de maximización del estudiante como la elección del tipo óptimo a revelar, se observa:

$$\max_{\beta'} U(\beta, \beta') = w(A(\beta')) - \varphi(A(\beta') - \beta) + t(A(\beta')) \quad 3.10.$$

Donde las condiciones de primer orden para que el individuo revele su verdadero tipo deben ser:

$$U_2(\beta, \beta) = 0 \quad \text{es decir,}$$

$$w'A' - \varphi'A' + t'A' = 0$$

$$\therefore t'(A(\beta)) = \varphi'(A(\beta) - \beta) - w'(A(\beta)) \quad 3.11.$$

sea $V(\beta)$ la función de utilidad indirecta dado que la respuesta óptima es revelar el verdadero tipo, es decir

$$V(\beta) = U(\beta, \beta)$$

por el teorema de la envolvente sabemos que

$$V'(\beta) = U'(\beta)$$

por lo que

$$U'(\beta) = w'(A(\beta)) A' - \varphi'(A(\beta) - \beta) (A' - I) + t'(A(\beta)) A'$$

substituyendo las C.P.O. (3.11)

$$U'(\beta) = \varphi'(A(\beta) - \beta)$$

que es la condición (3.5) enunciada en la Proposición.

3.4 EL PROBLEMA DEL REGULADOR

De acuerdo con la proposición previamente enunciada, (3.5) y (3.6) son condiciones necesarias y suficientes para alcanzar compatibilidad con los incentivos, con ellas en mente además de la restricción de participación, el regulador maximizará el bienestar social esperado.

Entonces, substituyendo la expresión para $U(\cdot)$ en (3.3), manipulando y factorizando la expresión entre corchetes resulta:

$$\begin{aligned} & S(A) - (1+\lambda) t(A) + w(A) + t(A) - \varphi(e) \\ = & S(A) - \lambda t(A) + w(A) - \varphi(e) \\ = & S(A) - \lambda (U(\cdot) + w(A) - \varphi(e)) + w(A) - \varphi(e) \\ = & S(A) + (1+\lambda) (w(A) - \varphi(e)) - \lambda U \end{aligned} \tag{3.12}$$

Además de (3.6)

$$\begin{aligned} e'(\beta) &= A'(\beta) - 1 \\ \Rightarrow e'(\beta) &\geq -1 \end{aligned} \tag{3.13}$$

3.4.1 El problema del regulador con información completa

Planteamiento y solución

La función de bienestar social del regulador bajo información completa, es decir, bajo el supuesto de que conoce el tipo del estudiante y observa su esfuerzo, está dada por:

$$W = \max_{(U, e)} S(\beta + e) - (1 + \lambda) [\varphi(e) - w(\beta + e)] - \lambda U$$

s.a.

$$U \geq 0 \tag{3.14}$$

De la ecuación previa se deduce claramente que el valor de U que maximiza la expresión es

$$U = 0 \tag{3.15}$$

Las condiciones de primer orden del problema al diferenciar con respecto a e , son:

$$\frac{\partial}{\partial e} = S' - (1 + \lambda)(\varphi' - w') = 0$$

$$\varphi' = \frac{S'}{1 + \lambda} + w' \tag{3.16}$$

Substituyendo (3.14) en la función de utilidad del estudiante (3.2') y despejando se obtiene:

$$t = \varphi - w \tag{3.17}$$

Esto es, bajo información completa, al estudiante se le otorga una beca tal que lo deja en su curva de indiferencia cero, y a pesar de ello, realiza un esfuerzo óptimo independientemente del tipo que resulte ser.

3.4.1 Planteamiento del problema del regulador con información asimétrica

En el caso de información asimétrica el problema del regulador consiste en la maximización de una función de bienestar social **esperado**, debido a su desconocimiento de los individuos, es así que este problema puede plantearse como:

$$W_e = \max_{\beta} \int \{S(\beta + e(\beta)) - (1 + \lambda)[\varphi(e(\beta)) - w(\beta + e(\beta))] - \lambda U(\beta)\} dF(\beta) \quad 3.18.$$

s.a.

$$U'(\beta) = \varphi'(e(\beta)) \quad 3.5$$

$$e'(\beta) \geq -1 \quad 3.13$$

$$U(\beta_-) = 0 \quad 3.9'$$

De esta forma el regulador, observando A , controlará sobre e para así conocer la β verdadera, con U como variable de estado, ya que dentro del sistema dinámico, cada nivel de la variable de control determina un estado o nivel de utilidad.

3.5 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Para la construcción del Hamiltoniano, con el objeto de minimizar las complicaciones matemáticas, se ignorarán de momento las dos últimas restricciones y se incorporarán en un análisis de la solución.

$$H = \{S(\beta + e(\beta)) - (1 + \lambda)[\varphi(e(\beta)) - w(\beta + e(\beta))] - \lambda U(\beta)\} f(\beta) + \mu(\beta) \varphi'(e(\beta)) \quad 3.19.$$

Donde las condiciones del problema se plantean a continuación:

$$\mu' = -\frac{\partial H}{\partial U} = -\lambda f(\beta) \quad 3.20.$$

$$\frac{\partial H}{\partial e} = [S'(\beta + e(\beta)) - (1 + \lambda)(\varphi'(e(\beta)) - w'(\beta + e(\beta)))] f(\beta) + \mu(\beta) \varphi''(e(\beta)) = 0 \quad 3.21.$$

Con una condición de transversalidad:

$$\mu(\beta^*) = 0 \quad 3.22.$$

Integrando (3.20) y substituyendo (3.22) se obtiene:

$$\int_{\beta}^{\beta^*} \mu'(\hat{\beta}) d\hat{\beta} = \lambda \int_{\beta}^{\beta^*} f(\hat{\beta}) d\hat{\beta}$$

$$\Rightarrow 0 - \mu(\beta) = \lambda(1 - F(\beta))$$

$$\Rightarrow \mu(\beta) = \lambda(F(\beta) - 1) \quad 3.23.$$

Substituyendo (3.23) en (3.21) y despejando:

$$\{S'(\beta + e(\beta)) - (1 + \lambda)(\varphi'(e(\beta))) - w'(\beta + e(\beta))\}f(\beta) + \lambda(F(\beta) - 1)\varphi''(e(\beta)) = 0$$

$$\Rightarrow \varphi'(e(\beta)) = \frac{S'}{1 + \lambda} + w' - \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1 - F(\beta)}{f(\beta)} \varphi''(e(\beta)) \quad 3.24.$$

De esta manera, si $e^*(\beta)$ es la solución a (3.24), bajo el supuesto anterior, la solución al problema de regulación estará dada por:

$$\varphi'(e^*(\beta)) = \frac{S'(A^*)}{1 + \lambda} + w'(A^*) - \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1 - F(\beta)}{f(\beta)} \varphi''(e^*(\beta)) \quad 3.25.$$

$$A^*(\beta) = \beta + e^*(\beta) \quad 3.26.$$

$$U^*(\beta) = \int_{\beta^-}^{\beta^+} \varphi'(e^*(\hat{\beta})) d\hat{\beta} \quad 3.27.$$

$$t^*(\beta) = \varphi(e^*(\beta)) - w(A^*(\beta)) + U^*(\beta) \quad 3.28.$$

De la comparación de la ecuación (3.25) con la (3.16) y de la (3.28) con la (3.17) se puede observar la existencia de rentas informacionales que implican que a mayor capacidad del individuo, se le otorgará una beca que lo coloque en un nivel de utilidad superior a cero con el fin de que no pretenda hacerse pasar por uno menos apto y así realice un esfuerzo óptimo, mientras que un estudiante con el mínimo nivel de capacidad, recibirá una beca que lo dejará en su curva de indiferencia cero. En la medida en la que el individuo se aleje de la capacidad máxima, el esfuerzo que realizará estará cada vez más por debajo del óptimo bajo información completa, como se ilustra a continuación.

En la ecuación (3.28) se observa que dichas rentas informacionales, resultado de la existencia de una restricción de compatibilidad con los incentivos, están constituidas en $U^*(\beta)$, y como ya se mencionó, tienen por objeto evitar que un individuo con una capacidad determinada se haga pasar por uno menos capaz. La probabilidad de ser por lo menos tan capaz como β , está dada por $1 - F(\beta)$, por lo cual, el término

$$[1 - F(\beta)]\varphi''(e(\beta))$$

de la ecuación (3.25) puede ser interpretado, de acuerdo con lo mencionado en el párrafo previo y con la ecuación (3.27), como el cambio en los incrementos de estas rentas ante niveles de esfuerzo superiores.

Supongamos que el individuo posee el máximo nivel de capacidad, es decir $\beta = \beta^+$, por lo tanto $1 - F(\beta) = 0$, con ello, el nivel de esfuerzo realizado por él es el óptimo que realizaría bajo información completa -el tercer sumando de (3.25) se haría cero-; y para ello, el regulador deberá otorgarle una beca máxima cediendo las rentas más elevadas. Obsérvese que U^* de (3.27) puede ser interpretada como "una suma" de cambios en la desutilidad del esfuerzo, cuyos sumandos son positivos de acuerdo con el supuesto

$\varphi'(\beta) > 0$, a lo largo de las β ; dicha suma toma su valor máximo por correr desde β hasta β^+ . En resumen, en este caso, el individuo realiza un esfuerzo eficiente y se le otorga una beca superior a la eficiente que se generaría bajo un esquema de información completa, con el objeto de que no se haga pasar por un individuo menos capaz.

Ahora supóngase el caso contrario, sea $\beta = \beta_-$, con ello, el tercer término de la ecuación (3.25) toma su valor máximo -en valor absoluto-, por lo que la distorsión del nivel de esfuerzo eficiente se incrementa, y el hecho de llevarlo a un nivel más eficiente resulta costoso para el regulador.

En conclusión, para el regulador, la solución al problema de información asimétrica se traduce en un *trade-off* entre rentas informacionales y eficiencia. Como resultado de la maximización del bienestar social y la generación de un esquema compatible con los incentivos, se motivará al individuo con mayor capacidad intelectual a dar un esfuerzo

mayor, de manera que rinda más beneficios sociales, es decir, a que dé lo máximo que se puede esperar de él, con las reservas de que se trata de un esquema de información asimétrica, hecho que impide el que dicho esfuerzo sea el máximo realizable.

3.6 VERIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para comprobar que la solución es correcta y que (3.13) se cumple, por lo que no se requiere introducir la restricción al modelo, diferenciamos la ecuación anterior con respecto a β , de donde se obtiene:

$$\begin{aligned} \varphi''' e' &= \frac{S''}{1+\lambda} (1+e'') - \frac{\lambda}{1+\lambda} \left[\frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{1-F(\beta)}{f(\beta)} \right) \right] \varphi''' + \frac{1-F(\beta)}{f(\beta)} \varphi''' e' + w'' (1+e') \\ \Rightarrow e' &= \frac{w'' + \frac{S''}{1+\lambda} - \frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{1-F(\beta)}{f(\beta)} \right) \varphi'''}{\varphi''' + \frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{1-F(\beta)}{f(\beta)} \varphi'''} - \frac{S''}{1+\lambda} - w'' \end{aligned} \quad 3.29.$$

Donde

$\frac{f(\beta)}{1-F(\beta)}$ es la probabilidad de que el individuo sea del tipo β entre los que son tanto o más capaces que β

Si se establece el supuesto de que al realizar un desplazamiento hacia niveles de capacidad más altos esta probabilidad no decrece, lo cual se conoce como *monotonidad de la tasa de azar*²⁴,

$$\frac{\partial}{\partial \beta} \frac{f(\beta)}{1-F(\beta)} \geq 0$$

²⁴ Supuesto que se cumple para las funciones de distribución más usuales: uniforme, normal, logística, χ -cuadrada, exponencial, Laplace, etc.

equivalentemente podemos expresarlo como

$$\frac{\partial}{\partial \beta} \frac{1 - F(\beta)}{f(\beta)} \leq 0$$

Como puede observarse, debido a los supuestos establecidos con respecto a las funciones φ , w y S , el denominador de (3.29) es positivo; por su parte, el signo del numerador no se encuentra especificado ya que mientras los dos primeros sumandos son negativos, el tercero es no negativo.

El numerador toma su valor mínimo cuando el término $\frac{\partial}{\partial \beta}(\bullet) = 0$ y ya que

$$\left| w'' + \frac{S''}{1 + \lambda} \right| < \left| \varphi'' + \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1 - F(\beta)}{f(\beta)} \varphi'' - \left(w'' + \frac{S''}{1 + \lambda} \right) \right|$$

es posible garantizar que $\forall \beta$

$$e'(\beta) > -1 \quad 3.13'$$

por lo que la restricción (3.13) siempre se satisface.

3.7 CONSTRUCCIÓN DE UN MENÚ DE BECAS.

La ecuación (3.28) define implícitamente una beca como función del nivel de aprovechamiento ya que éste queda determinado por una variable desconocida para el regulador, β , la capacidad intelectual del estudiante, por lo que se requiere plantear la

solución en función del aprovechamiento A , mismo que puede ser observado y "controlado" por la autoridad académica.

El hecho de que $A^*(\beta)$ sea una función estrictamente creciente, lo cual puede verificarse al observar la ecuación (3.13'), permite que dicha función se invierta, es decir, que se plantee como $\beta^*(A)$, de manera que el nivel de aprovechamiento señalice el tipo al que pertenece el estudiante.

Entonces a partir de (3.28) es posible expresar la transferencia óptima como función del nivel de aprovechamiento

$$t^*(A) = \varphi(e^*(\beta^*(A))) - w(\beta^*(A) + e^*(\beta^*(A))) + U^*(\beta^*(A)) \quad 3.30.$$

Como se mostrará a continuación, a partir de esta expresión se podrá construir un menú de contratos lineales que el estudiante seleccionará con el fin de que le sea otorgada una beca.

Dadas las características de cada una de las funciones del modelo sabemos que $t^*(A)$ es una función continua y además es diferenciable en todos sus puntos, ahora se demostrará que es una función convexa.

Al diferenciar (3.30) se obtiene

$$\frac{dt^*(A)}{dA} = \frac{dt^*(\beta)}{d\beta} \frac{d\beta}{dA} = \frac{dt^*(\beta)}{d\beta} \frac{1}{dA/d\beta} \quad 3.31.$$

$$\frac{dt^*(\beta)}{d\beta} = \varphi' e^{*\prime} - w' A^{*\prime} + U' = \varphi' e^{*\prime} - w'(1 + e^{*\prime}) + U' \quad 3.32.$$

ya que

$$\frac{dA^*}{d\beta} = 1 + e^{*'} \quad 3.33.$$

Además de (3.27)

$$*''(\beta) = \frac{d}{d\beta} \int_{\beta}^{\hat{\beta}} \varphi'(e^{*}(\beta)) d\hat{\beta} = \varphi'(e^{*}(\beta)) \quad 3.34.$$

por lo que

$$\frac{d^2 A^*(A)}{dA^2} = \frac{\varphi'' e^{*'} - w''(1 + e^{*'}) + \varphi'}{1 + e^{*'}} = \varphi'' + w'' \quad 3.35.$$

donde como se puede observar, esta expresión es continua en su dominio, por lo que volviendo a diferenciar

$$\frac{d^3 A^*(A)}{dA^3} = \left\{ \varphi''' e^{*'} - w'''(1 + e^{*'}) \right\} \frac{1}{dA/d\beta} = \frac{\varphi''' e^{*'} - w'''(1 + e^{*'})}{1 + e^{*'}} = \varphi''' \left(1 - \frac{1}{1 + e^{*'}} \right) - w''' \geq 0 \quad 3.36.$$

ya que $\varphi''' \geq 0$ y $w''' \leq 0$ y el factor que multiplica a la segunda derivada de la función de desutilidad del esfuerzo es positivo, pues de acuerdo con la ecuación (3.13') $e' > -1$, se ha demostrado que la función de transferencia es convexa, hecho que garantiza que la existencia de su tangente para cada punto en su dominio.

De esta manera es posible substituir la función de transferencia por la familia de sus tangentes en cada punto, lo cual puede llevarse a cabo linealizando la expresión (3.30) a través de su expansión en series de Taylor de primer orden alrededor de A^* .²⁵

²⁵ Es decir

$$f(x) \Big|_{x_0} = f(x_0) + f'(x_0)(x - x_0)$$

Así se construye un menú de becas o "contratos" lineales dependientes del nivel de aprovechamiento alcanzado por el estudiante y del tipo que éste revela ser:

$$\begin{aligned}
 t(\hat{\beta}, A) &= t^*(\hat{\beta}) + \left[\varphi'(e^*(\hat{\beta})) - w(A^*(\hat{\beta})) \right] (A - A^*(\hat{\beta})) \\
 t(\hat{\beta}, A) &= t^*(\hat{\beta}) - \left[w(A^*(\hat{\beta})) - \varphi'(e^*(\hat{\beta})) \right] (A - A^*(\hat{\beta})) \dots\dots\dots 3.37.
 \end{aligned}$$

Este menú como puede observarse consta de dos partes: la primera refleja una cantidad calculada óptimamente para el tipo que el estudiante reveló ser, misma que se verá modificada en la medida en que su aprovechamiento real se desvíe del aprovechamiento óptimo que al tipo revelado corresponde.

Del planteamiento del menú de becas es posible desprender varios casos, mismos que serán analizados a continuación:

Caso 1 $w'(\cdot) - \varphi'(\cdot) \geq 0$

Como puede observarse, este término corresponde a la utilidad marginal del estudiante en ausencia de becas, es decir, el cambio en su nivel de utilidad ante cambios en el esfuerzo realizado. Si esta expresión es mayor que cero significa que sin la necesidad de becas, el individuo está dispuesto a realizar un esfuerzo adicional, ya que esto incrementaría su utilidad, lo que se traduce en que el individuo no está maximizando en esa sección de su función por lo que no es un tramo relevante.

Dicho de otra manera, en la ecuación (3.10) se expresa de qué manera ha de comportarse la transferencia ante modificaciones en el aprovechamiento de acuerdo con un individuo maximizador, resultando ilógico que la beca decrezca ante incrementos en el esfuerzo.

Caso 2 $w'(\cdot) - \varphi'(\cdot) < 0$

Ya que quedó demostrado que esta es la sección relevante bajo el comportamiento de un agente maximizador se procederá al análisis de los posibles casos dentro de éste.

Caso 2.1 $A - A^* > 0$

En este caso el estudiante resultó ser más capaz de lo que manifestó. Como se mostrará a continuación, al haberse incorporado una restricción de compatibilidad con los incentivos, a pesar de que el estudiante está recibiendo una beca superior a la del tipo que reveló, no es tal que le permita alcanzar un nivel de utilidad superior al que hubiera obtenido revelando su verdadero tipo. El bienestar social no decrece ya que el organismo regulador tenía contemplado un gasto no menor al realizado, en el caso de haber revelado su verdadero tipo.

Caso 2.2 $A - A^* < 0$

El cual corresponde a un individuo que quiso hacerse pasar por más capaz de lo que era. La beca entonces disminuye en un factor proporcional a la desviación que se haya dado del aprovechamiento real con respecto al nivel que debía haber alcanzado de haber sido como reveló.

Caso 2.3 $A - A^* = 0$

El agente reveló su verdadero tipo y recibe la beca que es resultado del problema de maximización del bienestar social y que a su vez maximiza su utilidad al cumplir con las restricciones de optimalidad impuestas.

A continuación se mostrará que el menú de becas es compatible con los incentivos, es decir, induce a revelar el verdadero tipo, $\hat{\beta} = \beta$ y a realizar el esfuerzo óptimo bajo el esquema, e^* . Para ello se maximiza la utilidad individual (3.2') incorporando el paquete de becas lineales (3.37). Recordando que $A = \beta + e$

$$\max_{\{\beta, e\}} \left\{ w(\beta + e) - \varphi(e) + t^*(\hat{\beta}) + \left[\varphi'(e^*(\hat{\beta})) - w'(\beta + e^*(\hat{\beta})) \right] (\beta + e(\beta) - \hat{\beta} - e^*(\hat{\beta})) \right\}$$

C.P.O.

$$\frac{\partial}{\partial e} = \varphi'(e^*(\hat{\beta})) - w'(\beta + e^*(\hat{\beta})) + w' - \varphi' = 0$$

$$\Rightarrow w(\beta + e) - \varphi'(e) = w'(\beta + e^*) - \varphi'(e^*) \quad 3.38.$$

$$\frac{\partial}{\partial \beta} = t^{*\prime}(\hat{\beta}) + [\varphi'' e^* - w''(1 + e^*)](\beta + e - \hat{\beta} - e^*) + \left[\varphi'(e^*(\hat{\beta})) - w'(\beta + e^*(\hat{\beta})) \right] (-1 - e^*)$$

que substituyendo (2.32) y (2.34) para t^{**} y resulta

$$\frac{\partial}{\partial \beta} = \varphi' e'(\hat{\beta}) - w'(1 + e(\hat{\beta})) + U' + [\bullet] = (\varphi' - w')(1 + e(\hat{\beta})) + [\bullet] = 0$$

reduciendo términos

$$\frac{\partial}{\partial \hat{\beta}} = [\varphi'' e^{*'} - w'' (1 + e^{*'})] (\hat{\beta} + e - \hat{\beta} - e^*(\hat{\beta})) = 0$$

por lo tanto

$$\begin{aligned} \hat{\beta} + e &= \hat{\beta} + e^*(\hat{\beta}) \\ \Rightarrow A(\hat{\beta}) &= A^*(\hat{\beta}) \end{aligned} \quad 3.39.$$

es decir, que el nivel de aprovechamiento real alcanzado por el estudiante es el mismo que el que se desprende del tipo revelado. El estudiante desempeña un esfuerzo y revela un tipo tales que lo llevan a alcanzar el esfuerzo óptimo que se esperaba dadas su capacidad y la existencia de información asimétrica. En conclusión, el menú de becas diseñado es compatible con los incentivos.

La siguiente gráfica ilustra la forma en que el menú de becas fue construido a partir de la familia de las tangentes en cada punto de la función de transferencia $t = t^*(A)$. Según lo mostrado en los párrafos previos, será en esos puntos de tangencia (a , b , c por ejemplo) donde el estudiante maximice su utilidad mediante la elección del desempeño adecuado por realizar, recibiendo en retribución al mismo una beca.

3.8. EJEMPLO

Supóngase, para ilustrar de manera sencilla el problema anteriormente planteado, que existen solamente dos tipos de individuos: β^+ y β^- , correspondiendo al primero al de capacidad mayor y el segundo, al de menor.

De acuerdo con los supuestos señalados en la sección 3.1 sean:

$$\begin{aligned}\varphi(e) &= e^2 \\ w(A) &= \ln A\end{aligned}$$

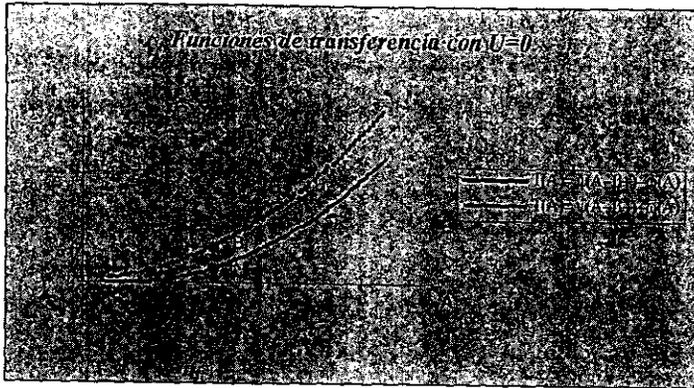
por lo cual, despejando $t(A)$ de la función de utilidad (3.2) y substituyendo las expresiones anteriores se obtiene:

$$t(A) = (A + \beta)^2 - \ln A + U$$

Sin pérdida de generalidad pueden asignarse valores al tipo de individuo de manera que se facilite la exposición:

$$\begin{aligned}\beta^+ &= 1 \\ \beta^- &= 0\end{aligned}$$

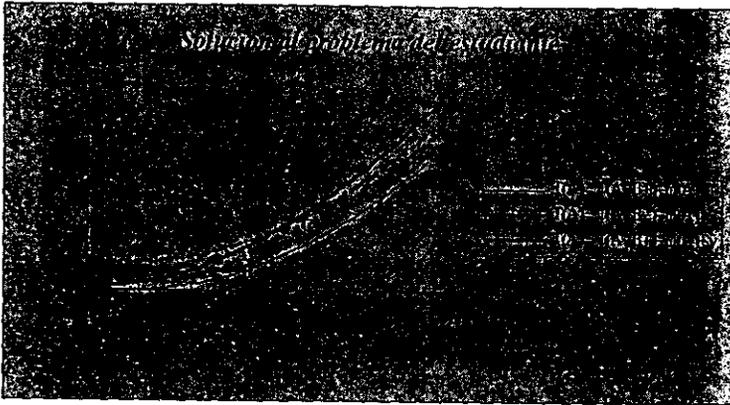
Considérese a continuación el caso en el que, con el fin de minimizar el costo de la transferencia se fije la utilidad obtenida por ambos tipos en $U=0$ como se observa en la siguiente gráfica:



Dentro del rango relevante de esta función -es decir, donde es creciente con respecto a A y donde para el individuo más capaz, el aprovechamiento es mayor o igual a 1-, la curva del individuo menos capaz tiene una mayor pendiente que la del más capacitado, esto tiene una interpretación intuitiva: para que β alcance un nivel de aprovechamiento dado, requiere de un mayor esfuerzo, y para ello demanda una mayor transferencia.

Este hecho implica que, ya que a un nivel de utilidad igual a cero, al individuo con mayor capacidad intelectual le conviene hacerse pasar por el de menor pues así obtendría una beca mayor; con el objeto de incentivar a éste a dar un mayor esfuerzo, es necesario incrementar su utilidad a curvas más elevadas. De esta manera se ilustra gráficamente que la solución al problema se encuentra en el límite de la restricción de compatibilidad con los incentivos del individuo β^* .

Por esta razón, la solución está dada, como se observa en la siguiente gráfica, en una curva de indiferencia superior para el individuo más capaz y en la curva de indiferencia cero para el menos capaz, lo que permite ilustrar que la restricción de racionalidad individual se encuentra activa -se cumple como igualdad-, para este tipo.



Mientras que el tipo β es indiferente al esquema dado por los puntos A y C , el tipo β^* , lo prefiere estrictamente. Como puede observarse, al tipo más eficiente se le otorga una transferencia mayor a la que correspondería estar en su curva de indiferencia cero de manera que realice un esfuerzo óptimo, mientras que al de menor capacidad se le da una tal que queda en esta curva pero realizando un esfuerzo subóptimo.

Por último, la forma del menú de becas que se le otorgaría al estudiante, de manera que elija el tipo a revelar y el esfuerzo a realizar, de acuerdo con el presente ejemplo sería:

$$t(\hat{\beta}, A) = (A^*(\hat{\beta}) + \hat{\beta})^2 - \ln A^*(\hat{\beta}) + U^*(\hat{\beta}) + \left[2(A^*(\hat{\beta}) - \hat{\beta}) - \frac{1}{A^*(\hat{\beta})} \right] (A(\hat{\beta}) - A^*(\hat{\beta}))$$

Este ejemplo permite observar de manera más simple la conclusión señalada en los

apartados previos: el individuo con mayor capacidad intelectual realiza un esfuerzo eficiente con relación al problema de información completa y se le otorga una beca superior a la eficiente que se generaría bajo este esquema, con el objeto de que no se haga pasar por un individuo menos capaz -rentas informacionales-. En el caso de tratarse de un individuo con la mínima capacidad, la solución presenta una distorsión del nivel de esfuerzo óptimo bajo información completa y en caso de pretender alcanzarlo implica mayores costos para el regulador, por lo que, en resumen, este problema se traduce en un *trade-off* entre rentas informacionales y eficiencia.

CONCLUSIONES

Distintos autores han proporcionado argumentos de naturaleza diversa con el fin de justificar la existencia de un sistema de educación pública: razones que van desde que constituye un importante factor en la productividad hasta que es un instrumento de distribución, ya que como elemento de un sistema que se dice democrático, provee, en algún sentido, igualdad de oportunidades.

Ante la existencia de dicho sistema y la presencia de una sociedad y un sector estudiantil heterogéneos, surge inmediatamente el problema de su financiamiento. Las distintas posibles fuentes -el gobierno a través de un presupuesto proveniente de los contribuyentes y la universidad misma- se combinan en función a las características particulares del ambiente en el que el sistema existe, tales como la distribución del ingreso y la presión política. Mientras que las formas de financiamiento que involucran al estudiante y/o a sus familiares tienen la ventaja de conscientizar a los usuarios con respecto al costo real de la educación, dando un incentivo al buen desempeño, tienen la desventaja de generar un mecanismo de autoselección en función a la capacidad económica de los mismos, cerrando las oportunidades a ciertos sectores de la población. Este problema se subsana con un financiamiento a través de subsidios gubernamentales, sin embargo, da lugar a que un sector amplio de la sociedad -la que no hace uso del sistema- no se vea directamente beneficiado con el uso que se le da a sus contribuciones.

Una vez que se cuenta con un presupuesto dado, el problema siguiente radica en la asignación de recursos. Una distribución razonable de los mismos puede constar de fórmulas fijas de asignación de fondos, garantías para alumnos con necesidades económicas e incentivos al desempeño académico tanto a estudiantes como a escuelas. La creación de programas de ayuda financiera y de esquemas de incentivos es una tarea de alta dificultad ante un gran problema de información asimétrica y una elevado costo de monitoreo, por lo que es necesario realizar análisis costo-beneficio sobre los planes por implementar así como desarrollar esquemas compatibles con los incentivos.

La ayuda financiera a alumnos con necesidades económicas se basa en la provisión de igualdad de oportunidades y puede darse a través de becas o créditos, los cuales deben ser manejables de manera que no desincentiven la entrada de los interesados y en la capacidad de adquirir una educación superior, esto es, que estos esquemas han de eliminar las barreras monetarias a la entrada. Si se provee exclusivamente de incentivos al desempeño escolar, si bien se está atendiendo a los objetivos académicos del sistema, no necesariamente se atiende a los sociales en lo que toca a igualdad de oportunidades ya que de entrada se pueden estar excluyendo alumnos de alto desempeño por falta de recursos. Por esta razón, estos incentivos se han de proveer más como un complemento que como la base del programa de asignación de recursos.

Un punto central para la provisión de incentivos radica en la determinación clara de sus objetivos y un mecanismo preciso de evaluación continua y objetiva. El sistema educativo tiene ineficiencias tanto técnicas -en lo que se refiere a administración y burocracia, por ejemplo-, como específicas de los servicios educativos; y para su mejoramiento se requiere una óptima utilización de los recursos, sistemas efectivos de medición y una importante participación de los agentes involucrados en la toma de decisiones. Hasta la fecha los mecanismos de medición de calidad y desempeño de cualquier sector integrante del sistema educativo no han presentado resultados satisfactorios, este hecho obedece tanto a la dificultad para establecer criterios objetivos sobre una cualidad difícilmente cuantificable como a intereses existentes tanto por parte de los evaluadores como de los evaluados.

Las técnicas de control óptimo han sido ampliamente utilizadas para la resolución de problemas teóricos de naturaleza económica, particularmente en lo que se refiere a planteamientos dinámicos. Estas técnicas permiten hallar, por ejemplo, trayectorias temporales de las principales variables económicas tales como el consumo, la producción y el ahorro en modelos de crecimiento.

En este trabajo el control óptimo fue utilizado no en un espacio temporal, sino en un continuo de características individuales que definen la capacidad académica del estudiante. En función a ella, éste recibe una beca que incentiva su desempeño, el cual repercute de manera directa e indirecta sobre el bienestar social, alcanzándose un objetivo

central de la educación: el que los egresados del sistema reediten ganancias para la sociedad.

El modelo de becas dependientes del desempeño escolar presentado constituye una aproximación teórica de la solución al problema de información asimétrica que el organismo regulador del sistema educativo enfrenta. Como se mencionó anteriormente, pretende ser un complemento a un sistema de distribución de fondos más elaborado.

Si bien tanto los supuestos técnicos como las formas funcionales limitan substancialmente el alcance del modelo, los supuestos económicos son razonables y los resultados, ilustrativos de lo que podría ser un sistema de becas.

A una mayor capacidad del estudiante, éste recibirá una beca mayor, de manera que el esfuerzo por él realizado sea óptimo. La información asimétrica hace de la solución al problema un *trade-off* para el regulador entre eficiencia y rentas informacionales: el individuo con mayor capacidad intelectual recibe una beca superior a la eficiente que se generaría bajo información completa -donde es posible dar a cada tipo de individuo una transferencia tal que lo deje en su curva de indiferencia cero- como resultado de restricciones de compatibilidad con los incentivos, y de esta manera alcanza la eficiencia en aprovechamiento. Para un individuo de menor capacidad, la solución presenta una distorsión que se aleja del nivel de esfuerzo óptimo bajo información completa y el pretender que lo alcance implica mayores costos para el regulador.

La construcción de un menú a partir de formas lineales simplifica sensiblemente la implementación del esquema, ya que a partir de la revelación por parte del estudiante de su calidad como tal, y de la desviación de su aprovechamiento real con respecto al correspondiente al tipo revelado se le otorgará una beca. Ésta, según se mostró, responde óptimamente a las restricciones de compatibilidad con los incentivos, lo cual da lugar a que se revele un tipo tal que se alcance el aprovechamiento correspondiente a la calidad académica real del alumno.

Los resultados del modelo se resumen de manera muy simple en el ejemplo en el que solamente existen dos tipos de individuos, en el cual es necesario darle al estudiante con mayor capacidad intelectual una beca en función a su aprovechamiento tal que le permita alcanzar una utilidad mayor a cero, de manera que no pretenda hacerse pasar por el de menor capacidad, mientras que a éste se le da una beca tal que se encuentra indiferente entre ingresar al sistema educativo o no hacerlo. De esta manera, el problema de información asimétrica es más claro en este caso: el regulador cede rentas informacionales al más capaz, y al no hacerlo con el de menor capacidad, éste realiza un esfuerzo subóptimo.

BIBLIOGRAFÍA

Baum, Sandra R. and Saul Schwartz. "Merit Aid to College Students" *Economics of Education Review*. 1988 Vol 7, No.1. 127-134.

Becker, Gary S. "Nobel Lecture: The Economic Way of Looking at Behaviour" *Journal of political Economy*. 1993. Vol.101 No.3. 355-409.

Becker, William E. and Sherwin Rosen. "The Learning Effect of Assessment and Evaluation in High School." *Economics of Education Review*. June 1992. Vol 11 No.2. 107-118.

Boldrin, Michele. "Public Education and Capital Accumulation". *Seminar Series*. Discussion Paper No. 1017. Centro de Investigación Económica ITAM. Agosto 1993.

Borland, Melvin V. and Roy M. Howsen. "Student Academic Achievement and the Degree of Market Concentration in Education." *Economics of Education Review*. March 1992. Vol 11 No.1. 31-39.

Brown, Byron W. "Why Governements Run Schools." *Economics of Education Review*. December 1992. Vol 11 No.4. 287-300.

Card, David and Alan B. Krueger. "Does School Quality Matter? Returns to Education and the Characteristics of Public Schools in the United States." *Journal of political Economy*. 1992. Vol.100, No.1. 1-40.

Chiang, Alpha C. Elements of Dynamic Optimization. McGraw-Hill, Inc. 1992. Pp.59-78, 275-314.

Cohl, Herbert. "In Defense of Public Education" *Dissent*. Spring 1993. Vol.40, 226-232.

Cordera Campos, Rafael y David Pantoja. (coordinadores) Políticas de Financiamiento a la Educación en México. Colección Problemas Educativos de México. CESU, UNAM. 1995.

Feldstein, Martin. "College Scholarship Rules and Private Saving" *The American Economic Review*. June 1995. VI. 85, No. 3, 552-567.

Fernández, Raquel. "Income Distribution, Communities and the Quality of Public Education: A Policy Analysis" . January 1993.

Fudenberg, Drew and Jean Tirole. Game Theory. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. 1991. pp.207-318.

- Garrat**, Rod and John A. Marshal. "Public Finance of Private Goods: th Case of College Education". *Journal of Political Economy*. 1994. Vol. 102 No.3. 566-582.
- Glomm**, Gerhard. and B.Ravikumar. "Public Versus Private Investment in Human Capital: Endogenous Growth and Income Inequality". *Journal of Political Economy*. 1992. Vol .100, No. 4, 818-834.
- Groot**, Wim and Hessel Oosterbeek. "Optimal Investment in Human Capital under Uncertainty." *Economics of Education Review*. March 1992. Vol 11 No.1. 41-49.
- Hoyt**, William H. and Eugenia Froedge Toma. "Lobbying Expenditures and Government Output: the NEA and public education". *Southern Economic Journal*. October 1993. Vol. 60, 405-417
- Intriligator**, Michael D. Mathematical Optimization and Economic Theory. Prentice-Hall INC, N.J. 344-368.
- James**, Estelle. "Why do different countries choose a different public-private mix of educational services? *The Journal of Human Resources*. June 1992.
- _____. "Student Aid and College Attendance: Where are We Now and Where do We Go from Here?". *Economics of Education Review*. 1988. Vol 7 No.3.
- _____ and Nabeel Alsalam, Joseph C. Conaty, Duc--Le To. "College Quality and future Earnings: Where should You Send Your Child to College?" *AEA Papers and Proceedings*. May 1989. Vol . 79, No. 2, 247-252.
- Kamien**, Morton I. and Nancy Schwartz. Dynamic Optimization: the Calculus of Variations and Optimal Control in Economics and Management. Elsevier Science Publishing Co. Inc. New York, New York, U.S.A. 1991
- Laffont**, Jean-Jacques and Jean Tirole. A Theory of Incentives in Procurement and Regulation. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England. 1993.
- _____ "The New Economics of Regulation Ten Years After." *Econometrica*. Vol. 62, No. 3. May 1994, 507-537.
- Levin**, Henry M. "Market Approaches to Education: Vouchers and School Choice." *Economics of Education Review*. December 1992. Vol 11 No.4. 279-285.
- _____ "Economics of Investment in Educationally Disadvantaged Students" *AEA Papers and Proceedings*. May 1989, Vol 79, No.2, 52-56
- Lott Jr.**, John R. "An Explanation for Public Provision of Schooling: the Importance of Indoctrination" *Journal of Law and Economics*. April 1990. Vol. XXXIII. 199-231.

Novelo Urdanivia, Federico. La Universidad Pública Mexicana y el Neoliberalismo. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. 1992.

Paris, David C. "Schools, Scapegoats, and Skills: Educational Reform and the Economy" *Policy Studies Journal*. 1994, Vol. 22, No. 1, 10-24.

Peltzman, Sam. "Political Factors in Public School Decline" *The American Enterprise*. July-August 1993, 44-49.

Richards, Craig E. and Tian Ming Sheu. "The South Carolina Incentive Reward Program: A Policy Analysis." *Economics of Education Review*. March 1992. Vol 11 No.1. 71-86.

Secretaría de Educación Pública. Informe 1993-1994.

Stampen, Jacob O. and Alberto F. Cabrera. "The Targeting and Packaging of Student Aid and its Effect on Attrition" *Economics of Education Review*. 1988. Vol.7 No.1. 29-46.

Waddock, Sandra A. "Lessons of the National Alliance of Business Compact Project: Business and Public Education Reform". *Human Relations*. 1993. Vol.46. No.7. 849-878.

Woodhall, Maureen. "Designing a Student Loan Programme for a Developing Country: the Relevance of International Experience" *Economics of Education Review*. 1988, Vol 7, No.1. 153-161.

Lineamientos Generales y Estrategia para Evaluar la Educación Superior. Modernización Educativa 1989-1994. Vol 5.

Sistema Nacional de Investigadores.

Acuerdo de creación del SNI del 26 de julio de 1984 con las modificaciones del 6 de febrero de 1986 y del 24 de marzo de 1988.