



Lecturas de Economía

ISSN: 0120-2596

lecturas@udea.edu.co

Universidad de Antioquia

Colombia

Correa Restrepo, Francisco

La tasa social de descuento y el medio ambiente

Lecturas de Economía, núm. 64, enero-junio, 2006, pp. 93-116

Universidad de Antioquia

.png, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155213360004>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

# La tasa social de descuento y el medio ambiente

Francisco Correa\*

—Introducción. —I. La racionalidad del descuento. —II. La tasa social de descuento. —III. La racionalidad del descuento desde una perspectiva ambiental. —IV. La tasa de descuento y la ética intergeneracional. —V. Directrices para la determinación de la tasa social de descuento. —Conclusiones. —Bibliografía.

*Primera versión recibida en abril de 2005; versión final aceptada en marzo de 2006*

## Introducción

Uno de los grandes temas pendientes en la evaluación social de proyectos es la selección de la tasa social de descuento para la actualización de costos y beneficios. Varias décadas de investigación han dado lugar a diversas teorías sobre su significado y sobre el procedimiento para su estimación empírica. La tasa social de descuento refleja en qué medida, desde el punto de vista de una sociedad, un beneficio presente es más valioso que el mismo beneficio que se obtendrá en el futuro. Esta definición ha dado lugar a dos interpretaciones que conforman las dos principales teorías del descuento social: la de la tasa de preferencia temporal de la sociedad y la del costo de oportunidad social del capital. La teoría de la tasa de preferencia social temporal concibe la tasa social de descuento como aquella que resume las preferencias del conjunto de la sociedad por el consumo presente

---

\* Francisco Correa Restrepo: Investigador y coordinador del Grupo de Economía Ambiental —GEA—, Programa de Economía, Universidad de Medellín: Bloque 6, apartado aéreo 1983, Medellín. Colombia. Dirección electrónica: fcorrea@udem.edu.co. Este artículo es producto de la investigación “Directrices metodológicas para la determinación de la tasa social de descuento aplicada en la evaluación de proyectos públicos en Colombia” financiada por la Vicerrectoría de investigaciones de la Universidad de Medellín. Agradezco los valiosos comentarios de la profesora Carmenza Castiblanco a la versión preliminar y las recomendaciones de los evaluadores anónimos de *Lecturas de Economía*.

frente al consumo futuro. Por su parte, el enfoque del costo de oportunidad del capital considera que la tasa social de descuento debe reflejar la rentabilidad de los fondos necesarios para la financiación de un proyecto público en la mejor inversión alternativa.

Ahora, la tasa social de descuento determinada a partir de estos dos enfoques es problemática desde el punto de vista ambiental, pues por ambos métodos se obtienen altas tasas de descuento que van en detrimento de la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, ya que establecen un mayor valor al uso y consumo actual que al uso y consumo futuro de dichos recursos. Así, se argumenta que descontar los costos y beneficios a partir de la tasa social de preferencia temporal parece limitar la cuestión a hacer que la tasa de descuento dependa del crecimiento económico esperado que, a su vez, puede depender de la calidad ambiental. Sin embargo, dicha calidad dependerá así mismo de la elección de la tasa de descuento (Pearce y Turner, 1995, p. 225). De otro lado, el argumento del costo de oportunidad es menos criticable en sí mismo. No obstante, los efectos de tasas positivas basadas en la productividad marginal del capital son inconsistentes con la sustentabilidad ecológica.

Dado lo anterior, el objetivo de este artículo es analizar las propuestas existentes para la determinación de la tasa social de descuento con el propósito de identificar los factores que permiten articular las consideraciones ambientales a las alternativas que existen para la determinación de esta tasa. Así mismo, el trabajo busca establecer una propuesta que tenga en cuenta las consideraciones ambientales y la equidad intergeneracional dentro de la determinación de la tasa social de descuento. De esta manera, este trabajo en su primera sección estudia la racionalidad del descuento y revisa el concepto del descuento a partir de los modelos económicos de maximización del bienestar social. En la segunda sección se plantea la relación entre la tasa social de descuento y la evaluación de proyectos públicos y se analizan las principales teorías planteadas para la determinación de la tasa social de descuento. De otro lado, en la tercera sección se analiza la racionalidad del descuento desde una perspectiva ambiental. A continuación, la cuarta parte del texto aborda la discusión acerca de la relación entre la tasa social de descuento y la equidad intergeneracional. Por otra parte, la quinta sección presenta como ilustración un modelo que sirve de base para orientar la determinación de una tasa social de descuento ajustada por consideraciones ambientales para el caso colombiano. Por último, al final se presentan las principales conclusiones del trabajo.

## **I. La racionalidad del descuento**

El concepto de descuento es central en el análisis económico ya que permite que los beneficios y costos que ocurren en distintos períodos de tiempo puedan ser comparados

a través de la conversión de cada cantidad de unidades monetarias futuras en cantidades presentes equivalentes. Es claro que la temporalidad de los rendimientos monetarios de un recurso obliga a realizar una homogeneización de los mismos, ya que no es lo mismo recibir  $R$  unidades monetarias ahora que recibirlas dentro de dos o tres años. Cualquier individuo que actúe con racionalidad económica prefiere recibir dinero en el momento presente que postergar su recepción un cierto periodo de tiempo. Así, la práctica del descuento en la evaluación de proyectos y políticas surge debido a que los individuos dan menos peso a los beneficios o costos en el futuro del que le dan a los beneficios o costos en el presente. La impaciencia o “preferencia” en el tiempo es una razón; otra es que, como el capital es productivo, una unidad monetaria de recursos ahora generará más de una unidad monetaria en bienes y servicios en el futuro (Dinwiddie y Teal, 1996, p. 169).

Ahora, a partir de esta perspectiva, los modelos clásicos de crecimiento económico frecuentemente utilizan una tasa de descuento constante y positiva para valorar el flujo de bienestar futuro. No obstante, el principal problema asociado con este enfoque del descuento es que conlleva a una asimetría fundamental entre las generaciones presentes y las generaciones futuras. A través del poder del interés compuesto, pérdidas extremadamente grandes que ocurran en el largo plazo podrán ser descontadas a migajas, por lo que no representarán grandes valores en la evaluación de proyectos hoy. Lo anterior no parece ser consistente con los intereses de la política pública acerca del desarrollo sostenible. De esta manera, han surgido críticas al supuesto de tasas constantes utilizado en los modelos tradicionales de crecimiento. En primer lugar, frente al supuesto establecido en los modelos del tipo Barro y Sala-i-Martin (1999), el que plantea que la tasa de descuento no se modifica en el tiempo y además es idéntica para todos los agentes, se establecen objeciones que lo desvirtúan. Shackle (1972, p. 211), en este sentido, afirma que las personas son muy inestables ya que el individuo modifica los planes a futuro continuamente a medida que va percibiendo las reacciones de los otros agentes. Para Shackle, entonces, el anterior supuesto no se cumple.

En segundo lugar, Elster (1983, p. 98) argumenta que las preferencias no se mantienen a lo largo del tiempo. Este autor manifiesta que los comportamientos de inconsistencia intertemporal, anotados anteriormente por Shackle (1972), son contrarios a los supuestos de racionalidad manejados en los modelos de crecimiento.<sup>1</sup> Adicionalmente, Elster (1983, p. 99) afirma que el incumplimiento de la consistencia intertemporal no es un comportamiento irracional, por lo que plantea que no puede asociarse estabilidad de

---

<sup>1</sup> La teoría del crecimiento asocia la racionalidad con la estabilidad intertemporal de las preferencias y supone continencia, consistencia temporal y constancia (González y Pecha, 2000).

preferencias con racionalidad. Por el contrario, plantea Elster (1983), en la vida cotidiana se toman decisiones que no corresponden a los cánones de la racionalidad estrecha que sustenta a los modelos de crecimiento económico. Hicks (1989) también critica el supuesto de la estabilidad de las preferencias. Su argumentación tiene tres partes. Primero, pone en tela de juicio la noción de estado estacionario por ser una “ficción” que niega la dinámica. Segundo, no considera válido aplicar la tasa marginal de sustitución a los consumos intertemporales.

Por último, la tasa marginal de sustitución intertemporal supone independencia entre las utilidades marginales de los consumos en los momentos  $t$  y  $t+1$ . En este sentido, Hicks acepta la independencia de las utilidades cuando el consumo se realiza en un mismo momento, pero no está de acuerdo con afirmar la independencia cuando los consumos se realizan en dos momentos del tiempo. La teoría del crecimiento insiste en mantener la independencia intertemporal, porque de lo contrario no podría aplicar los principios básicos de la teoría del consumidor (González y Pecha, 2000, p. 78). Esta opción tiene un alto costo: la anulación de la dinámica. Hicks (1989) concluye que la gran paradoja de la teoría del crecimiento neoclásico es su imposibilidad de manejar la dinámica, entendida como la concatenación de los períodos. Para Hicks, hay dinámica si los períodos se interrelacionan, no hay dinámica si los períodos son autónomos. En este sentido, González y Pecha (2000, p.79), siguiendo a Hicks (1989, 1985), concluyen que en los modelos de crecimiento no hay dinámica, puesto que al definir la tasa marginal de sustitución intertemporal del consumo se parte del supuesto de que los períodos son independientes.

## II. La tasa social de descuento

Desde el punto de vista social, el análisis costo-beneficio se centra principalmente en las decisiones de inversión de los recursos públicos. Los gobiernos deben decidir si invierten o no recursos públicos en diversos proyectos, ya sean de infraestructura, productivos o de respaldo a los sectores agrícola o industrial, además de decidir si apoyan la asignación de recursos para mejorar, proteger y conservar áreas de importancia ambiental. Así, la tasa social de descuento se convierte en un instrumento clave de política económica y social, pues ella influye las políticas de gasto público (Baumol, 1968, p.715, Bradford, 1975, p. 370 y Feldstein, 1972).

Ahora, siguiendo las proposiciones de los modelos de crecimiento tradicionales, en la evaluación de proyectos públicos se ha utilizado el descuento exponencial para ponderar los costos y beneficios generados por un proyecto público en un horizonte de tiempo dado. Por tanto, en el análisis de proyectos públicos se utiliza una tasa de descuento

constante y positiva. Sin embargo, la forma de determinar dicha tasa no es única, pues no hay un amplio consenso entre los economistas acerca de la mejor forma de determinarla (Bradford, 1975, p. 370). Dentro de las diferentes propuestas que se identifican en la vasta literatura sobre el tema se destacan dos proposiciones: i) la tasa social de preferencia intertemporal del consumo, basada en la tasa de preferencia temporal y, ii) el costo de oportunidad social del capital, basado en la productividad marginal del capital.

#### **A. *La tasa social de descuento basada en la tasa de preferencia temporal***

La tasa social de preferencia intertemporal del consumo ha sido definida de la siguiente manera:

$$i = \delta + \eta\rho$$

Desde esta perspectiva el valor de la tasa social de descuento depende de tres parámetros: la tasa de preferencia pura intertemporal ( $\delta$ ), la elasticidad de la utilidad marginal del consumo ( $\eta$ ) y la tasa esperada de crecimiento del consumo ( $\rho$ ). Así,  $\delta$  refleja el hecho de que un individuo puede preocuparse menos por el futuro que por el presente (egoísmo, si  $\delta > 0$ ).<sup>2</sup> Ahora, el componente ( $\eta\rho$ ) significa que si se espera que el consumo crezca ( $\rho > 0$ ), la tasa social de descuento puede ser positiva aún cuando  $\delta = 0$ .<sup>3</sup> Esto se debe a que, a medida que los consumidores tienen mayores niveles de bienestar, la utilidad derivada de un cambio dado en el consumo resulta ser cada vez menor. En este caso, la sociedad necesita ahorrar menos en el periodo actual para financiar una cantidad dada de consumo futuro.

Con respecto a la evaluación de proyectos públicos, la finalidad de utilizar la tasa de preferencia temporal como tasa social de descuento es hacer que las preferencias del gobierno, con relación al consumo actual y futuro, se reflejen de manera adecuada en los precios de eficiencia. Los países decididamente comprometidos con el crecimiento económico deberán emplear una tasa de descuento baja que asegure que no se descuenten fuertemente los beneficios del consumo futuro derivados de la inversión actual. El efecto final es hacer que la inversión aparezca más atractiva que el consumo actual. Sin embargo, anota Dasgupta (1982), aún si se tiene una preferencia pura temporal igual a cero los costos y beneficios futuros serán descontados, ya que ( $i_T$ ) seguirá siendo positivo si el consumo sigue creciendo.

<sup>2</sup> Para conocer mejor el proceso de derivación de la tasa social de descuento a partir de la tasa de preferencia temporal ver Dinwiddie (1996, pp.168-171).

<sup>3</sup> El planteamiento de que  $\delta = 0$  puede darse en el análisis si se establecen consideraciones de tipo ético.

### ***B Críticas a la propuesta de determinación de la tasa social de descuento a partir de la tasa de preferencia temporal***

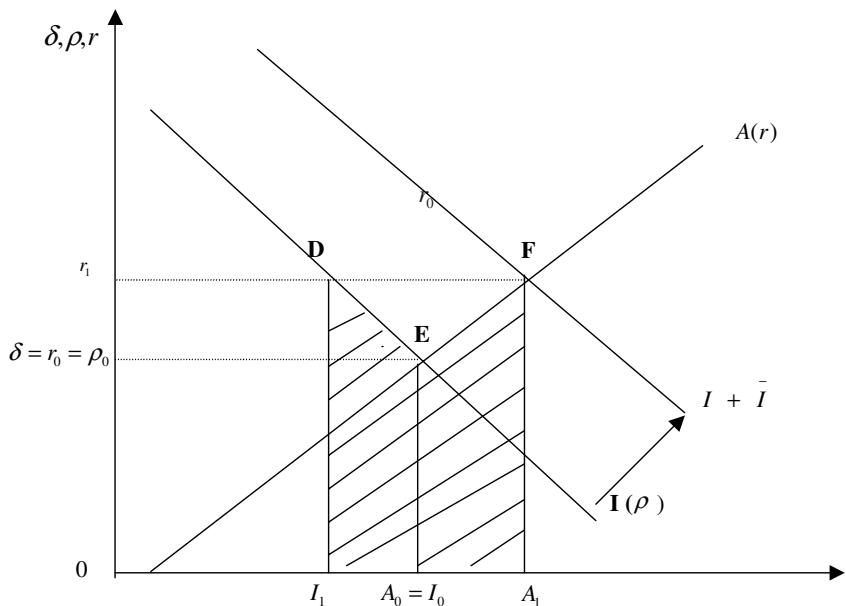
El modelo anterior asume que el comportamiento de un individuo representativo puede ser usado como un prototipo apropiado para modelar las preferencias sobre el consumo de toda una economía. Sin embargo, se ha afirmado que las tasas de preferencia intertemporal pueden no ser una medida exacta de la tasa de descuento que se pretende establecer para medir el valor social del consumo en diferentes puntos del tiempo para todos los miembros de la sociedad (Markandya y Pearce, 1991, p. 141). Diversos argumentos han surgido para explicar por qué los individuos pueden descontar el futuro en una forma diferente a la forma en que lo hace la sociedad. En este sentido, se plantea que existen tres razones para que la tasa social de descuento sea menor que la tasa de interés de consumo. En primer lugar, la sociedad puede elegir ahorrar más colectivamente que si tomamos la suma de las decisiones individuales de ahorro (Bradford, 1975, p.368). Segundo, los individuos como miembros de una sociedad tienen diferentes preferencias intertemporales con respecto a las que tienen en su rol de consumidores. Así, ellos establecen tasas de descuento más bajas para los costos y beneficios en el futuro en su posición de miembros de un colectivo que como consumidores individuales (Baumol, 1968, p.720). Por último, la utilización de una tasa de descuento determinada por el mercado para el largo plazo significa que las decisiones de política pública involucran la problemática de que únicamente las preferencias intertemporales de las generaciones presentes entran en el proceso de decisión.

### ***C. Determinación de la tasa social de descuento a partir del costo de oportunidad de la inversión pública***

El costo de oportunidad del capital es una medida de lo que pierde o sacrifica la economía cuando se decide a utilizar el capital. Si la fuente de financiamiento es el capital privado, el costo de oportunidad del capital para el sector público representa el sacrificio del sector privado al desplazar una unidad de capital hacia el sector público (Marglin, 1967, p.120). Ahora, en un mercado sin distorsiones los ahorradores y los inversionistas se enfrentan a las respectivas curvas de demanda y de oferta, las cuales están en función de la rentabilidad esperada de cada uno de ellos. Los ahorradores desplazan el consumo presente para obtener consumo futuro, a una tasa de descuento del consumo, y los inversionistas toman sus decisiones sobre el capital a emplear de acuerdo con la rentabilidad esperada de su flujo de inversiones. En una situación de equilibrio, en la cual el ahorro es igual a la inversión, la tasa de interés es igual a la productividad marginal del capital y, por tanto, esta última será igual a la tasa pura de preferencia temporal.

En el gráfico 1, partiendo de la situación de equilibrio inicial, si el gobierno decide entrar a demandar capital la curva de demanda de inversión se desplaza hacia la derecha y el nuevo punto de equilibrio está dado en F, con una tasa de interés del mercado mayor.

Así, cuando se elevan las tasas de interés, se generan dos efectos sobre el mercado de capitales: primero, al pasar la tasa de interés de  $r_0$  a  $r_1$  la demanda por fondos del sector privado se sitúa en  $I_1$ ; por lo tanto, hay una reducción de la inversión privada equivalente a  $A_0 - I_1$ . El costo de oportunidad de este desplazamiento está representado por el área bajo la curva de demanda de inversión del sector privado ( $I_1 DEI_1$ ). Como segundo efecto se observa un aumento de la oferta de ahorros, al pasar de  $A_0$  a  $A_1$ . De esta forma, el costo de oportunidad de los mayores recursos disponibles está dado por el área bajo la curva de oferta ( $A_0 EFA_1$ ).



$r$  = Tasa de interés de mercado,  $\rho$  = Productividad marginal de la inversión,  
 $\delta$  = Tasa pura de preferencia temporal,  $A$  = Ahorro,  $I$  = Inversión.

Fuente: Cede (1993), p. 160.

Gráfico 1. Productividad marginal del capital versus mercado de capitales

El costo de oportunidad social del capital por unidad de inversión está dado por la suma de los dos efectos (áreas rayadas en el gráfico 1) dividida por la cantidad demandada de inversión.<sup>4</sup> En términos de las elasticidades de las respectivas curvas, dicho costo se expresa como:

$$\varphi = \frac{r\epsilon_A - \rho\eta_I}{\epsilon_A - \eta_I}$$

Donde:

$\varphi$  = Costo de oportunidad social por unidad de inversión.

$\rho$  = Productividad marginal del sector privado.

$\epsilon_A$  = Elasticidad del ahorro del sector privado con respecto a la tasa de interés.

$\eta_I$  = Elasticidad de la inversión del sector privado con respecto a la tasa de interés.

$r$  = Tasa de interés de mercado.

Como se observa en el gráfico 1, el costo de oportunidad social de capital es un promedio ponderado de la productividad marginal del capital privado ( $\rho$ ) y la tasa marginal de preferencia pura temporal ( $\delta$ ). Los ponderados corresponden a las elasticidades de la inversión y del ahorro con respecto a la tasa de interés. En la formulación anterior se puede observar que el costo de oportunidad social será igual a la productividad marginal del sector privado ( $\varphi = \rho$ ) solamente cuando la elasticidad del ahorro con respecto a la tasa de interés sea cero. De otro lado, el costo de oportunidad social será igual a la tasa marginal pura de preferencia temporal ( $\varphi = \delta$ ) únicamente cuando la elasticidad de la inversión con respecto a la tasa de interés sea cero.

#### **D. Críticas a la aplicación del costo de oportunidad de la inversión pública como tasa social de descuento**

Desde la perspectiva ambiental se han planteado fundamentalmente dos críticas. La primera plantea que el descuento determinado sólo por el costo de oportunidad del capital implica una reinversión de los beneficios a la tasa de costo de oportunidad, lo cual es frecuentemente inválido ya que, en general, los retornos no son reinvertidos totalmente porque los individuos dedican parte de dichos beneficios al consumo de bienes. Ahora, según Markandya y Pearce (1991, p. 143), si los retornos son consumidos en su totalidad, el flujo de consumo no tendrá costo de oportunidad. Así, desde la perspectiva ambiental,

---

<sup>4</sup> Para profundizar en la propuesta de la determinación de la tasa social a partir del costo de oportunidad del capital ver Cede (1993, p. 88).

se plantea el siguiente interrogante: ¿Cuál es la relevancia de una tasa de descuento basada en asumir beneficios reinvertidos que realmente están siendo consumidos? (Pearce y Turner, 1995, 218). A partir de esta crítica se plantea que es la mezcla entre el consumo y los beneficios reinvertidos que fluyen de la inversión la que debe determinar la tasa de descuento y no únicamente la productividad marginal del capital.

La otra crítica está relacionada con la compensación entre generaciones. Supóngase que una inversión pueda causar daños ambientales valorados en  $\zeta$  unidades monetarias en  $t$  años a partir de hoy. En términos descontados este daño puede ser representado por una cantidad mucho menor que  $\zeta$ , digamos  $\zeta_d$ .<sup>5</sup> Qué tanto menos sea esta cantidad dependerá de la tasa social de descuento y de la duración del periodo de tiempo  $t$ . El argumento para utilizar el valor del daño descontado en vez de usar el valor  $\zeta$  es el siguiente: si  $\zeta_d$  fuera invertida a la tasa de descuento  $r$ , donde  $r$  es la productividad marginal del capital, dicha cuantía podría valer  $\zeta$  en  $t$  años. De esta manera,  $\zeta_d$  puede ser usada para compensar a aquellos que sufren los daños en ese año  $T$ . Parfit (1983) argumenta, sin embargo, que usar el valor descontado es legítimo únicamente si la compensación es realizada efectivamente. De otra manera, argumenta Parfit, no se puede representar el daño ambiental futuro por un valor descontado. Markandya y Pearce (1991) refutan el argumento de Parfit y plantean que el problema aquí es que la compensación real y la potencial están siendo confundidas. El hecho de que haya una suma generada por el proyecto, que puede ser usada para compensar a las víctimas, es suficiente para garantizar la eficiencia. Si la compensación debe ser realmente llevada a cabo es una cuestión separada que es irrelevante en el asunto de la elección de la tasa de descuento.

### III. La racionalidad del descuento desde una perspectiva ambiental

En los últimos años, el mayor deterioro ambiental y la creciente escasez de los recursos naturales han llevado a una mayor consideración por la elección de la tasa de descuento utilizada en la evaluación de proyectos que generan impactos sobre el medio ambiente. Desde la perspectiva ambiental, las objeciones para el descuento pueden ser convenientemente presentadas bajo tres temas: i) preferencia pura intertemporal, ii) riesgo e incertidumbre y iii) bienestar de las generaciones futuras. Las examinaremos a continuación.

---

<sup>5</sup> Donde  $\zeta_d = \frac{\zeta}{(1+r)^t}$ , donde  $t$  es el periodo de tiempo en el que ocurre el daño y  $r$  es la tasa de descuento.

### **A. La tasa social de preferencia temporal**

Desde la perspectiva ecológica se señalan algunas observaciones a la tasa social de preferencia temporal. Primero, se destaca que hay un límite subyacente al proceso del crecimiento económico. Por tanto, no se pueden esperar tasas positivas de crecimiento hasta el final, debido a las restricciones sobre la utilización de recursos naturales o por los límites de la capacidad de carga del medio ambiente para actuar como sumidero de desechos. Sin embargo, según Markandya y Pearce (1991), la relevancia de este argumento para la planeación económica es algo equívoca. Para estos economistas, dicho razonamiento puede tener importancia para revisar la forma en que las economías se desarrollan pero no como planteamiento para una reconsideración del crecimiento económico básico como objetivo mismo. En segundo lugar, se resaltan los problemas para regiones en particular. Por ejemplo, en los países africanos el consumo per cápita real cayó en 1,9% al año entre 1973 y 1983 (Markandya y Pearce 1988, p. 20). Es decir, el crecimiento del consumo,  $\rho$ , fue negativo. Así, la pregunta es ¿En esta situación la tasa social debe ser negativa? Probablemente deba serlo, aunque el crecimiento económico negativo del pasado puede no ser relevante, según Markandya y Pearce (1991), para la tasa de descuento basada en el crecimiento futuro esperado. Ahora, asumiendo que es razonable usar la tasa de preferencia pura en el tiempo en todos los diversos tipos de tasas de interés, ¿son aceptables esas altas tasas resultantes?

Frente a lo anterior, Markandya y Pearce (1988, p.22) afirman que la simple presencia de la pobreza conduciría a altas tasas de descuento, debido a que la satisfacción de necesidades inmediatas por alimentos es más urgente que la garantía de la seguridad alimentaria en el largo plazo. Sin embargo, surge una dificultad cuando son inferidas altas tasas de preferencia intertemporal a partir de la observación de la pobreza en el contexto de los problemas ambientales. Altas tasas de descuento pueden causar degradación del medio ambiente cuando se establecen medidas de corto plazo que excluyen prácticas ambientales adecuadas, como plantaciones forestales; no obstante la degradación ambiental conduce a su vez a la pobreza, que es una de las causas para altas tasas de descuento. Por tanto, se genera un círculo vicioso. Las consideraciones anteriores sugieren que el uso de una tasa social de descuento, basada en la tasa de interés de consumo, es válido sólo cuando hay confiabilidad para esperar cambios sostenibles en el consumo real per cápita. En situaciones en las que el medio ambiente está siendo degradado y el ingreso está estancado o aún disminuyendo, los valores estimados de la tasa de preferencia pura intertemporal no pueden ser tomados como relevantes para el cálculo de la tasa social.

### ***B. Riesgo e incertidumbre***

La relación entre el riesgo y la tasa de descuento ha sido ampliamente discutida (Markandya y Pearce, 1991, Pearce y Turner, 1995 y Marglin, 1967). Este debate ha tenido algunos rasgos especiales con respecto al medio ambiente. Desde el punto de vista de la evaluación económica de proyectos ha sido ampliamente aceptado que los beneficios y costos deben ser menos valorados entre más incierta sea su ocurrencia (Markandya y Pearce, 1991, 1998, y Pearce y Turner, 1995). En este sentido, los tipos de incertidumbre usualmente considerados como relevantes para el descuento son el argumento del riesgo de muerte —el cual se plantea como una incertidumbre acerca de si un individuo vivirá en una fecha futura— y la incertidumbre en torno al tamaño de los beneficios o costos (Markandya y Pearce, 1991, Cruz y Muñoz, 2005).

En primer lugar, el argumento del riesgo de muerte es frecuentemente usado para justificar el principio de la “impaciencia” del individuo. Sin embargo, este planteamiento ignora que la sociedad es inmortal aunque el individuo no lo sea. Así, las decisiones de la sociedad no deben estar guiadas por las consideraciones de mortalidad y, por tanto, en el cálculo de la tasa de descuento no debe incluirse el componente de preferencia pura intertemporal. De otro lado, la incertidumbre sobre la presencia o la escala de beneficios o costos no está relacionada con el tiempo, y además parece no estar relacionada de forma tal que la escala de riesgo obedezca a una función exponencial, como implica el uso de una tasa positiva y constante en el factor de descuento (Pearce y Turner, 1995, p.222). No obstante, esto no quiere decir que la incertidumbre y el riesgo no sean relevantes para la toma de decisiones sino que su presencia no debería establecerse mediante ajustes en la tasa de descuento, ya que éstos implican un comportamiento determinado para la prima por riesgo, el cual es difícil de justificar. Ahora, si la incertidumbre no puede ser manejada por ajustes en la tasa social de descuento, ¿cómo debe ser entonces tratada? Markandya y Pearce (1991, p. 145) plantean que la alternativa es realizar ajustes a los flujos de beneficios y costos subyacentes. Lo anterior implica, necesariamente, reemplazar cada beneficio o costo incierto por su equivalente cierto. El procedimiento es correcto; sin embargo, los cálculos involucrados tienen una alta complejidad y además todavía no es clara la operacionalidad del método.

### ***C. Los intereses de las generaciones futuras***

Con respecto a este tema, se plantea que los individuos toman estas decisiones en dos contextos diferentes. De un lado, las decisiones privadas reflejan el interés propio, pero por otra parte las decisiones colectivas reflejan su responsabilidad frente a los demás individuos de su generación y frente a las generaciones futuras. De esta manera, la tasa de

interés de mercado muestra el contexto privado mientras que la tasa social de descuento refleja el contexto público. Lo anterior se asimila al argumento de la seguridad, el cual afirma que las personas se comportan de modo diferente si se les puede asegurar que su actuación estará acompañada de acciones similares por parte de los otros individuos. Por tanto, cada persona puede estar dispuesta a realizar transferencias a las generaciones futuras pero sólo si se les asegura que los demás harán lo mismo.<sup>6</sup> Si esto no se puede asegurar, los individuos harán menos transferencias. En consecuencia, la tasa de descuento asegurada será menor que la tasa de descuento no asegurada (Pearce y Turner, 1995, p. 220).

Por otra parte, existe otro argumento para justificar la idea de que la tasa de interés privada será demasiado alta en el contexto de la preocupación por el bienestar de las generaciones futuras. En este sentido, se plantea que existe lo que Pearce y Turner (1995) denominan el argumento de la superresponsabilidad, el cual expresa que las tasas de interés de mercado surgen del comportamiento de los individuos, pero que el Estado es una institución independiente que tiene la responsabilidad de cuidar el bienestar colectivo, tanto de las generaciones presentes como de las futuras. Por esta razón, la tasa de descuento relevante para las inversiones públicas no debe ser la tasa de descuento privada.<sup>7</sup>

#### **IV. La tasa de descuento y la ética intergeneracional**

Como ya se ha señalado, los más importantes y controvertidos impactos ambientales son aquellos que afectan a las generaciones futuras. Por lo anterior, la tasa de descuento es crucial para cualquier decisión económica, debido a que el balance entre costos y beneficios puede ser totalmente alterado por la elección de dicha tasa. Para Weitzman (1999, p. 67) la lógica del descuento exponencial obliga a pensar en los impactos en el futuro distante como impactos eventuales, los cuales, desde esta lógica, no importan mucho pues ellos ocurren en siglos futuros o incluso milenios. Así, argumenta este economista, la gente tiende a no atribuir mucho peso a un evento que sucederá en el futuro distante.

Dado lo anterior, la línea de argumentación central en torno a la problemática de la aplicación de la tasa social de descuento convencional a los beneficios y costos ambientales

---

<sup>6</sup> Sin embargo, algunos economistas plantean que en estas situaciones ocurre lo que ellos denominan la paradoja del aislamiento, la cual plantea que los individuos no harán transferencias aún existiendo esta seguridad (Baumol, 1968 y Pearce y Turner, 1995).

<sup>7</sup> Ahora, como las tasas de mercado discriminan a las generaciones futuras, se puede esperar que la tasa social de descuento pública deba ser menor que la tasa de descuento privada (Pearce y Turner, 1995, p. 222).

de largo plazo, se relaciona con consideraciones de equidad intergeneracional. En el contexto social, la tasa de descuento es la expresión del interés en la equidad entre la generación presente y las generaciones futuras, debido a que dicha tasa expresa tanto la expectativa de las tasas de retorno disponibles para las generaciones futuras en sus usos alternativos del capital, como el crecimiento futuro del ingreso de un individuo representativo. Ante este planteamiento, es claro que deben repensarse las tasas de descuento que se aplican en la evaluación de proyectos que afectan el medio ambiente en el largo plazo.

Para Arrow (1995, p. 2), cuando se considera a otras generaciones surge inevitablemente el principio de universalidad: ¿por qué, desde el punto de vista ético, otras generaciones no deben ser consideradas como iguales a la generación presente? Con políticas de corto plazo el análisis costo-beneficio está basado en la igualdad. Luego, ¿por qué este criterio no se extiende al futuro? El hecho de que un individuo vivirá en algún tiempo futuro en vez de hoy no parece ser una distinción moralmente relevante. En este sentido, se argumenta que las políticas sociales adecuadas —como la reducción de emisiones de dióxido de carbono, que aminora el problema del cambio climático en el futuro— deben ser elegidas para que se trate igualmente a las generaciones presentes y futuras. Bajo este tipo de perspectiva la implicación es que la tasa de preferencia pura intertemporal debe ser cero. Arrow (1995) plantea que las generaciones presentes son conscientes de su obligación ética para tratar a todas las generaciones equitativamente, pero no necesariamente se sienten comprometidos a sacrificarse totalmente por esa responsabilidad. Así, este economista plantea que esto lleva a enfrentar un juego teórico de interpretación del comportamiento del ahorro en el cual el futuro como un todo es descontado exponencialmente, aunque a cada generación le gustaría ver que a todas las generaciones futuras se les tratará por igual.

En conclusión, se argumenta que descontar a partir de la tasa de preferencia temporal parece limitar la cuestión a hacer que la tasa de descuento dependa del crecimiento económico esperado que, a su vez, puede depender de la calidad ambiental. Sin embargo, dicha calidad dependerá así mismo de la elección de la tasa de descuento (Pearce y Turner, 1995, p. 225). De otro lado, el argumento del costo de oportunidad es menos criticable en sí mismo. No obstante, los efectos de tasas positivas basadas en la productividad marginal del capital parecieran ser inconsistentes con la sustentabilidad ecológica. Una alternativa para integrar las preocupaciones ambientales en la elección de la tasa social reside en entender mejor los efectos ambientales y valorarlos en términos económicos. Así, se debe adicionar un parámetro de sostenibilidad en el análisis de la determinación de la tasa social de descuento.

Una forma de aproximarse a la construcción del parámetro de sostenibilidad consiste en valorar los costos ambientales generados por la actividad económica y establecer el gasto ambiental necesario para proteger, conservar y mejorar el medio ambiente y los recursos naturales, con el fin de garantizar el mantenimiento del capital natural. Por su parte, se recomienda partir de la tasa social de descuento determinada a partir del costo de oportunidad del capital, en virtud de la mayor disponibilidad y calidad de información con respecto a la determinación de dicha tasa a partir de la tasa de preferencia temporal. El siguiente apartado presenta la construcción de un modelo que servirá de base para orientar la determinación de una tasa social de descuento ajustada por consideraciones ambientales.

## **V. Directrices para la determinación de la tasa social de descuento**

### **A. Marco conceptual de la propuesta**

Como ya se ha visto, con cualquier tasa de descuento razonable el valor económico de los efectos ambientales que ocurrirán en el largo plazo no tiene mucha influencia en el valor presente descontado de un proyecto debido a que ellos son hundidos por la fuerza del interés compuesto, un resultado que muchos individuos encuentran distorsionador.<sup>8</sup> Para Weitzman (1994, p. 200), hay un supuesto oculto en tales cálculos. Aunque la tasa social de descuento que ha sido frecuentemente usada se ha ajustado a partir de la tasa privada para reflejar varios factores, ella casi siempre se ha tomado como una tasa constante en el tiempo. La constancia de las tasas de descuento, sin embargo, no es un supuesto inofensivo. Con este supuesto implícitamente se tiende a asumir alguna estacionariedad en el tiempo. Este puede ser, particularmente, un supuesto inapropiado para un mundo que ha ido evolucionando hacia un creciente grado de preocupación por el medio ambiente.<sup>9</sup>

Weitzman (1994, p. 200) argumenta que los hechos estilizados acerca de la evolución de los efectos ambientales pueden implicar, sistemáticamente, una tasa de descuento más baja en el tiempo, afectando de este modo no sólo los niveles de la tasa social de descuento sino también su perfil en el tiempo. Este autor plantea que los disfrutes ambientales pueden ser vistos como una clásica externalidad que varía en el tiempo. En niveles bajos de ingreso y de actividad económica, las preocupaciones ambientales típicamente

---

<sup>8</sup> Por razonables entiende Weitzman (1999) aquellas tasas de descuento positivas.

<sup>9</sup> En este sentido, Cruz y Muñoz (2005) plantean que las tasas de descuento son inciertas y persistentes. Ahora, para Weitzman (2001) la incertidumbre representa la carencia de un consenso actual acerca de la tasa de descuento correcta para todos los períodos de tiempo.

representan una relativa baja prioridad. Sin embargo, a medida que los niveles del ingreso y de actividad económica aumentan los efectos ambientales resultan crecientemente más importantes. Bajo este argumento, la fórmula básica planteada a continuación puede ser interpretada como la cuantificación de una fricción ambiental. La fricción ambiental es una manera complementaria, pero reflexiva, de mirar la tasa ambiental de descuento. Conceptualmente, la fricción ambiental mide cómo disminuye la tasa social debido al gasto ambiental, expresado en términos de una evaporación equivalente del ingreso nacional (Weitzman, 1994). De esta forma, el concepto de fricción ambiental es útil para medir el verdadero costo social de los mejoramientos ambientales.<sup>10</sup>

### **B. El modelo básico planteado por Weitzman<sup>11</sup>**

Con el objetivo de articular la relación entre externalidades ambientales y tasa social de descuento, se asumirá que no hay otras posibles distorsiones en la economía.<sup>12</sup> Adicionalmente, por facilidad analítica, se trabajará con un modelo agregado. Los supuestos que se deben seguir para tal agregación son bastante restrictivos. Sin embargo, ésta es la mejor forma de centrarse en un efecto ambiental que puede sobrevivir a análisis más reales. En la propuesta planteada por Weitzman (1994) la economía está representada por un modelo de un sector cuyo producto es un bien homogéneo que puede ser dividido entre usos alternativos. Así, supóngase la notación usual:  $t$  para el tiempo,  $K$  para el capital agregado e  $I$  para la inversión neta agregada. Así, se tiene la expresión (1):

$$I(t) = K(t+1) - K(t) \quad (1)$$

El producto homogéneo es denotado por  $Y$ . Ahora, la función de producción agregada de forma reducida en el tiempo se plantea a partir de la ecuación (2):

$$Y(t) = f(K(t), t) \quad (2)$$

De otro lado, con  $C$  se denominará el consumo tradicional y la variable  $D$  define los impactos ambientales negativos.<sup>13</sup> En este sentido, el nivel del impacto ambiental negativo puede ser aminorado dedicando recursos al mejoramiento del medio ambiente.<sup>14</sup> Sea  $\Psi(t)$  aquella función que representa la cantidad de ingreso nacional gastado en mejoramiento

<sup>10</sup> Esta fricción surge por la disminución del producto marginal del capital, como si una parte de la producción generada por el proyecto se estuviera evaporando.

<sup>11</sup> El modelo expuesto en esta sección fue planteado por primera vez por Weitzman (1994). Por tanto, el modelo desarrollado en este texto es una síntesis del modelo original.

<sup>12</sup> Al abstraer estos aspectos no se quiere disminuir su importancia.

<sup>13</sup> Como lo son la contaminación y la pérdida de recursos naturales.

<sup>14</sup> Específicamente, esos recursos deben ser concebidos como gastos de limpieza en reducción o control de contaminación, pero para propósitos de interpretación general pueden ser pensados como gasto total en todos los programas de mejoramiento ambiental.

ambiental en el tiempo  $t$ . De esta manera, el producto es definido por medio de la ecuación (3):

$$C(t) + \Psi(t) + I(t) = Y(t) = f(K(t), t) \quad (3)$$

Seguidamente, se asume que el nivel de externalidad ambiental, por unidad de actividad económica en cada punto del tiempo, es una función del gasto ambiental por unidad de actividad económica en el tiempo, tal como lo plantea la expresión (4).<sup>15</sup>

$$\frac{D}{Y} = G\left(\frac{\Psi}{Y}, t\right) \quad (4)$$

Dicha formulación representa la idea de que la contaminación emitida está en función del gasto ambiental. De otro lado, la ecuación (5) representa la fracción del ingreso nacional gastado en mejoramiento ambiental.

$$Z = \frac{\Psi}{Y} \quad (5)$$

$$\text{A continuación se define, } E(Z, t) \equiv -\frac{ZG'}{G} \quad (6)$$

Donde  $E(Z, t)$  es la elasticidad del mejoramiento del medio ambiente con respecto al gasto ambiental. Así,  $E$  representa el porcentaje en el cual declina la degradación ambiental debido a un incremento en el gasto ambiental. De otro lado, un programa ambiental  $\{C(t), D(t)\}$  es factible si satisface (3) y (4) para todo  $t$ , iniciando desde un stock del capital inicial dado  $K(0)$ . Por su parte, la tasa de descuento sobre el capital en este modelo será denotada como  $i = f_1$ . Ahora, en esta economía la tasa de descuento se refiere a la tasa de interés que puede ser aplicable si las restricciones ambientales son ignoradas. Así, esta tasa, en una economía libre de distorsiones, es simplemente el producto marginal del capital, escrito simbólicamente como:

$$f' = f_1(K(t), t) \quad (7)$$

### **C. La tasa social de descuento ajustada por consideraciones ambientales**

En esta sección se obtiene la tasa de descuento para la economía del modelo descrito en la sección anterior. Partiendo de un programa ambiental factible dado se consideran los efectos hipotéticos de pequeñas variaciones en el patrón consumo-inversión.

---

<sup>15</sup> Aquí, se asume que  $G \equiv G_1 < 0$  y  $G'' \equiv G_{11} > 0$ . Donde  $G$  representa el mejoramiento ambiental.

Supóngase, que el consumo, en el tiempo  $C(t)$ , fuera disminuido en alguna pequeña cantidad  $\delta$ , la cual es invertida en formación extra de capital. Esto conduce a que el producto en el tiempo  $(t+1)$  se incremente como lo plantea la ecuación (8):

$$\Delta Y = f' \delta + O(\delta^2) \quad (8)$$

Donde  $O(\delta^2)$  representa términos de orden  $\delta^2$  o más altos. En la formulación tradicional, la cual está libre de externalidades, la expresión (8) representa la cantidad de consumo extra disponible para retirar en el tiempo  $(t+1)$  aunque dejando intacto el resto del programa. Por tanto, la ecuación (8) constituye la base para identificar la tasa de retorno privado ( $i$ ) con el producto marginal del capital ( $f'$ ). Sin embargo, cuando se incluyen los efectos ambientales, la ecuación (8) debe ser adecuadamente corregida para calcular correctamente la tasa social de descuento. Así, cuando el producto es incrementado durante el periodo  $(t+1)$  desde  $Y(t+1)$  a  $Y(t+1) + \Delta Y$ , el impacto ambiental también aumenta, manteniéndose lo demás constante. Si el resto del programa, incluyendo el nivel de los impactos ambientales, se ha dejado intacto desde el tiempo  $(t+1)$  hacia adelante, entonces una cantidad menor de consumo extra, con respecto a la cantidad indicada en (8), puede ser retirada en el tiempo  $(t+1)$  debido a que se requerirá algún gasto adicional durante el periodo  $(t+1)$  para rectificar la degradación ambiental.

Si el nivel previo de externalidades ambientales  $D(t+1)$  se mantiene en el tiempo  $(t+1)$ , entonces una cantidad de gasto ambiental extra ( $\Delta \Psi$ ) debe ser utilizada durante el periodo  $(t+1)$  para compensar los efectos ambientales negativos generados por el incremento en la producción ( $\Delta Y$ ). Ahora, la cantidad extra requerida de gasto ambiental puede ser calculada como se plantea a continuación.

Suprimiendo la notación innecesaria, el sacrificio fundamental entre  $\Psi$  y  $Y$ —para una  $D$  constante ( $D$ )—puede ser expresado a partir de la ecuación (4), con lo cual resulta la expresión (9).

$$D = Y \times G \left( \frac{\Psi}{Y} \right) \quad (9)$$

Considerando  $\Psi$  en (9) como una función implícita de  $Y$ , escrita como  $\Psi = \Psi(Y)$ , se puede calcular  $\Psi'$ —la derivada de  $\Psi$  con respecto a  $Y$  manteniendo  $D$  constante—diferenciando implícitamente la expresión (9) con respecto a  $Y$ . De este proceso se obtiene:

$$\Psi' = \frac{\Psi}{Y} - \frac{G}{G'} \quad (10)$$

De otro lado, haciendo uso de las definiciones (5) y (6), la ecuación (10) puede ser modificada como:

$$\Psi' = Z + \frac{Z}{E}, \quad \Psi' = Z \left(1 + \frac{1}{E}\right) \quad (11)$$

Adicionalmente, utilizando el procedimiento de aproximación de Taylor se genera:

$$\Delta\Psi = \Psi' \times \Delta Y + O(\Delta Y)^2 \quad (12)$$

Finalmente, combinando las ecuaciones (8), (11) y (12) se obtiene:

$$\Delta\Psi = Z \left(1 + \frac{1}{E}\right) f \times \delta + O(\delta^2) \quad (13)$$

Ahora, la tasa social de descuento sobre el consumo, denotada por  $r/\delta$ , representa el consumo neto extra disponible en el tiempo que proviene del retiro de una unidad de consumo en el tiempo  $t$ , manteniendo el mismo programa ambiental factible desde el tiempo  $t$  hacia adelante. El consumo neto extra es la diferencia entre el consumo potencial bruto extra ( $\Delta Y$ ) y el costo incremental de limpieza ( $\Delta\Psi$ ) requerido para reparar el daño ambiental extra creado por el incremento del producto ( $\Delta Y$ ). En símbolos se tiene:

$$r = \lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{\Delta Y - \Delta\Psi}{\delta} \quad (14)$$

Combinando la ecuación (8) con la ecuación (13) y resolviendo el límite, se obtiene el siguiente resultado:

$$r = f' - f' \left[ Z \left(1 + \frac{1}{E}\right) \right] \quad (15)$$

Seguidamente, sustituyendo  $i$  por  $f'$ , la expresión (15) puede ser reescrita como se presenta en (16). Esta ecuación expresa claramente la relación entre la tasa social de descuento y la tasa de descuento privado:

$$r = i \left[ 1 - Z \left(1 + \frac{1}{E}\right) \right] \quad (16)$$

La ecuación (16) es el resultado central de la propuesta de Weitzman (1994). Ésta es una sencilla fórmula que relaciona la tasa social de descuento  $r$ , ajustada por consideraciones ambientales, a la tasa de descuento privado ( $i$ ), la cual involucra únicamente la fracción del ingreso gastado en mejoramiento ambiental ( $Z$ ) y la elasticidad del mejoramiento del medio ambiente con respecto al gasto ambiental,  $E$ .

### **D. Discusión sobre el concepto de fricción ambiental**

El propósito de esta sección es interpretar y analizar la fórmula básica (16). Para este objetivo es conveniente rescribir esta ecuación como:

$$r = i(1 - \gamma) \quad (17)$$

Con

$$\gamma = Z \left( 1 + \frac{1}{E} \right) \quad (18)$$

Donde  $\gamma$  es un factor de corrección o ajuste, denotando por qué la proporción de la tasa de descuento privado debe ser disminuida para establecer el nivel apropiado de la tasa social de descuento.<sup>16</sup>

Nótese que permaneciendo las demás variables constantes, el coeficiente de fricción ambiental  $\gamma$  es más grande a medida que  $Z$  es mayor o  $E$  es más pequeño.<sup>17</sup> Así, cuando es relativamente fácil mejorar el medio ambiente, entonces la proporción de ingreso dedicado a gasto ambiental es relativamente una buena *proxy* para el grado de fricción ambiental. En este caso, todas las consecuencias ambientales adversas de una mayor actividad económica son compensadas por el mayor gasto ambiental. Una tasa social de descuento más baja está señalando no que el crecimiento debe ser más bajo sino que el gasto ambiental debe ser incrementado. Sin embargo, cuando  $E$  es más pequeño y, por tanto, es menos fácil mejorar el medio ambiente, cualquier proporción dada de ingreso dedicado al mejoramiento ambiental cuenta más en el factor de corrección. De esta manera, cuando la economía no puede reparar tan fácil un daño ambiental, se tendrá una correspondiente tasa de descuento más baja sobre las inversiones para un nivel dado de gasto ambiental. En este caso, la tasa social más baja se convierte en una señal de que el crecimiento de la actividad económica debe ser más bajo debido a sus efectos ambientales adversos.

Parece difícil decir cómo puede cambiar  $E$  en el tiempo. Como una aproximación burda, puede suponerse que  $E$  es aproximadamente constante. De otro lado, parece razonable expresar que la fracción de ingreso dedicado al gasto ambiental,  $Z$ , debe incrementarse en el tiempo con las etapas del desarrollo. Esto puede ocurrir debido a que la mayor actividad económica generalmente resulta en una mayor degradación ambiental

<sup>16</sup> Note que el caso donde  $\gamma > 1$  implica que para la inversión se tiene una tasa social de descuento negativa. Esto corresponde a una situación donde la sociedad ha sobre acumulado capital y está sobre contaminada, a un grado tan extremo, que sería realmente mejor privarse de algún capital.

<sup>17</sup> En todos los casos,  $\gamma$  está limitado inferiormente por  $Z$ , de modo que el factor de corrección sea por lo menos la fracción del ingreso gastado en el medio ambiente.

a través de más contaminación, destrucción del hábitat, pérdida de servicios ambientales y otros efectos ambientales adversos. Por tal razón, a medida que pasa el tiempo se debe esperar que la tasa social de descuento decline con relación a la tasa de descuento privada.

#### ***E. La tasa social de descuento ambiental para Colombia y los problemas para su determinación***

A partir de la ecuación (16), la cual plantea el resultado central del modelo propuesto por Weitzman (1994), es posible determinar la tasa social de descuento para el caso colombiano. En primera instancia, la información en torno al gasto en mejoramiento ambiental en Colombia se obtuvo de la Contraloría General de la República (2001). El valor utilizado corresponde al gasto promedio, como porcentaje del Producto Interno Bruto —PIB—, entre los años de 1995 y 2000. Esta cifra corresponde a  $Z = 0,32\%$ . Ahora, con respecto a la elasticidad del mejoramiento del medio ambiente con respecto al gasto ambiental, la estimación es más compleja dada la escasa información existente en el país alrededor de la relación entre las variables calidad del medio ambiente y el gasto ambiental. De esta manera, como variable  $p_{mxy}$  se utilizó la elasticidad del mejoramiento del medio ambiente con respecto al gasto ambiental en un programa ambiental regional. Particularmente, esta elasticidad se estimó a partir de la información generada por Ceballos y Bedoya (2003, p.139), quienes evaluaron el proceso de implementación y cobro de tasas retributivas por vertimientos hídricos en el Río Negro, en el oriente del Departamento de Antioquia.

En el estudio en mención se analizaron las reducciones en dos indicadores de la calidad del recurso hídrico: Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) y Sólidos Suspensidos Totales (SST). En consecuencia, para hallar el coeficiente  $E$  se estableció una regresión lineal entre las anteriores variables ambientales (como variables dependientes) y el costo total del programa de control de vertimientos (como variable explicativa). El valor promedio obtenido para la elasticidad del mejoramiento del medio ambiente con respecto al gasto ambiental fue de  $E = |-1,18|$ . Ahora, debe decirse que esta cifra es sólo una aproximación del valor de dicha elasticidad, pues hace referencia a un entorno regional y no nacional. A continuación se presentan los resultados obtenidos, aplicando la ecuación (16), en los dos escenarios planteados. Por otra parte, dadas las limitaciones de información en torno a la productividad marginal del capital en Colombia en los últimos diez años, se tomaron dos escenarios posibles para dicha productividad. En primer lugar, se plantea un escenario optimista donde se utilizó una productividad marginal del capital del 9%. Seguidamente, se expone un escenario pesimista con una productividad marginal del capital del 5%.

Escenario optimista ( $i = 9\%$ )

$$r = 0,09 \left[ 1 - 0,0032 \left( 1 + \frac{1}{1,18} \right) \right] \text{ así } r = 8,95\%$$

Escenario pesimista ( $i = 5\%$ )

$$r = 0,05 \left[ 1 - 0,0032 \left( 1 + \frac{1}{1,18} \right) \right] \text{ así } r = 4,97\%$$

Bajo esta propuesta se observa que la tasa social de descuento declinará en la medida que el gasto en programas ambientales sea mayor o cuando la elasticidad del mejoramiento del medio ambiente con respecto al gasto ambiental sea más baja. En general, entre más crezca el factor de ajuste ( $\gamma$ ) menor será la tasa social en el tiempo. Lo anterior es factible si se tiene en cuenta que cada vez crece el interés de los países por solucionar los problemas ambientales, por lo que se espera que la proporción del gasto ambiental, como fracción del PIB, crezca en el tiempo conduciendo a un  $\gamma$  mayor.

Ahora, es importante plantear algunas consideraciones con respecto a las limitaciones de la aplicación de modelo de Weitzman para el caso colombiano. En primer lugar, es necesario contar con mejor información acerca del gasto ambiental en el país. Adicionalmente, se debe establecer una base de información más completa sobre los diversos gastos ambientales que se realizan desde las instituciones públicas y no gubernamentales dedicadas a la gestión del medio ambiente.<sup>18</sup> En segundo lugar, los valores establecidos en este trabajo para la estimación de la elasticidad del mejoramiento ambiental con respecto al gasto en medio ambiente son tomados a partir de información regional debido a la carencia de estudios sobre este tema en el nivel nacional, por lo que el valor es apenas una estimación burda de tal relación.

### Conclusiones

Varias décadas de investigación han conducido a diversas teorías sobre el significado y el procedimiento para la estimación empírica de la tasa social de descuento. Dicha tasa refleja en qué medida, desde el punto de vista de una sociedad, un beneficio presente es más valioso que el mismo beneficio obtenido en el futuro. Esta definición ha dado lugar a dos teorías principales sobre el descuento social. En primer lugar, la teoría de la tasa

---

<sup>18</sup> Ya que la inversión ambiental que se registra actualmente corresponde al gasto dedicado por el gobierno central y las corporaciones autónomas regionales, dejando de lado los esfuerzos que realizan los entes locales y las organizaciones no gubernamentales.

de preferencia social temporal concibe la tasa social de descuento como aquella que resume las preferencias del conjunto de la sociedad por el consumo presente frente al futuro. En segundo lugar, el enfoque del costo de oportunidad del capital considera que la tasa social de descuento debe reflejar la rentabilidad de los fondos necesarios para la financiación de un proyecto público en la mejor inversión alternativa.

Se ha expuesto que la tasa social de descuento determinada a partir de la preferencia pura intertemporal por el consumo intenta medir la tasa a la cual la utilidad del consumo cae en el tiempo. Además, se ha observado que cuando no hay crecimiento del consumo, la tasa social de descuento es igual a la preferencia pura intertemporal. Por tanto, cuando hay crecimiento entonces dicha tasa estará por encima de la tasa de interés privada. Así, la racionalidad intuitiva detrás de esto es que entre mayor sea la expectativa de obtener ingresos en el futuro menor es la disponibilidad a sacrificar hoy para obtener más consumo en los períodos siguientes. No obstante, desde la perspectiva ambiental se señala que hay un límite subyacente al proceso del crecimiento económico. Por tanto, no se puede esperar tasas positivas de crecimiento debido a las restricciones sobre la utilización de recursos naturales.

Por su parte, frente a la consideración de la determinación de la tasa social de descuento a partir del costo de oportunidad se plantea que en países en desarrollo, donde hay escasez de capital, tales tasas tienden a ser muy altas.<sup>19</sup> Además, es claro que el descuento determinado sólo por el costo de oportunidad del capital supone una reinversión de los beneficios a la tasa de costo de oportunidad, y esto es inválido ya que los rendimientos no son reinvertidos totalmente porque los individuos dedican parte de dichos beneficios al consumo de bienes.

En general, desde la perspectiva ambiental se plantean diversos argumentos en contra del descuento y, en particular, de la utilización de altas tasas de descuento. No obstante, según, Markandya y Pearce (1991), no hay una única relación entre altas tasas de descuento y deterioro ambiental. De un lado, altas tasas de descuento pueden traspasar los costos generados de un proyecto a las generaciones futuras. Por otra parte, a medida que la tasa de descuento se incrementa el nivel general de inversiones caerá, retardando el avance del desarrollo económico. Ahora, ya que los recursos naturales son requeridos para realizar inversiones, la demanda por tales recursos es más baja con tasas de descuento altas. Así, entre más alta sea la tasa de descuento menos atractivos son los proyectos.

---

<sup>19</sup> Aunque la utilización de tales tasas para evaluar proyectos es frecuentemente justificada con el argumento de la asignación óptima de recursos.

Dado lo anterior, la línea de argumentación central en torno a la problemática de la aplicación de la tasa social de descuento convencional a los beneficios y costos ambientales de largo plazo se relaciona con consideraciones de equidad intergeneracional. En el contexto social la tasa de descuento es la expresión, al menos en parte, del interés en la equidad entre la generación presente y las generaciones futuras debido a que dicha tasa expresa la expectativa de las tasas de retorno disponibles para las generaciones futuras en sus usos alternativos del capital y una expectativa del crecimiento del ingreso de un individuo representativo. Ante este planteamiento es claro que deben repensarse las tasas de descuento que se aplican en la evaluación de proyectos que afectan el medio ambiente en el largo plazo.

La propuesta establecida en este trabajo busca lograr una articulación entre la problemática ambiental y la tasa social de descuento obtenida a partir del costo de oportunidad de la inversión pública. La tasa social de descuento que se obtiene surge bajo la forma de un ajuste de la tasa de descuento privado, donde el coeficiente multiplicativo de ajuste está en función de dos variables ambientales relevantes: la fracción del ingreso gastado en mejoramiento ambiental y la elasticidad de respuesta a ello. A partir de este análisis, los esfuerzos en investigación en Colombia deben orientarse hacia la obtención de estimaciones que permitan agregar dichas elasticidades de modo que se pueda disponer de un parámetro nacional para la elasticidad del mejoramiento ambiental con respecto al gasto dedicado para esto. Igualmente, se debe contar con estimaciones actualizadas de la productividad marginal en Colombia. Por último, debe plantearse que la estimación de los parámetros ambientales para Colombia,  $E$  y  $Z$ , debe ajustarse en el tiempo, con el fin de obtener valores actualizados del coeficiente de fricción ambiental. De esta manera, la tasa social de descuento podrá ajustarse de manera apropiada por la evolución de los problemas ambientales y el gasto ambiental nacional.

### Bibliografía

- ARROW, Kenneth (1995). "Intergenerational Equity and the Rate of Discount in Long-term Social Investment". Washington, IEA World Congress, December.
- BARRO, Robert y SALA-I-MARTIN, Xavier (1999). *Economic Growth*, second printing, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- BAUMOL, William (1968) "On the Social Rate of Discount". *American Economic Review*, No. 58, pp. 708-722.
- BRADFORD, David (1975). "Constraints on Government Investment Opportunities and the Choice of the Discount Rate". *American Economic Review*, No. 60, pp. 364-378.
- CEBALLOS, Mónica y BEDOYA, Rogelio (2003). "Evaluación del proceso de implementación y cobro de tasas retributivas por vertimientos hídricos en el Departamento de

- Antioquia". *Revista Semestre Económico*, No. 11, en.-jun., Universidad de Medellín. pp. 137-141.
- CEDE (1993). "Determinación de la tasa de descuento social para Colombia". Mimeo. Bogotá: Universidad de los Andes.
- CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA (2001). *Informe del estado de los recursos naturales y del ambiente*, Bogotá: Dirección de Economía y Finanzas Públicas.
- CRUZ, Salvador y MUÑOZ, María José (2005). "Some Considerations on the Social Discount Rate". *Environmental Science and Policy*, No. 8, pp. 343-355.
- DASGUPTA, Partha (1982). "Resource Depletion, Research and Development and the Social Rate of Discount". En: LIND, Richard (ed.), *Discounting for Time and Risk in Energy Policy*, Baltimore: John Hopkins University Press.
- DINWIDDY, Caroline y TEAL, Francis (1996). *Principles of Cost-benefit Analysis for Developing Countries*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ELSTER, John (1983). *Sour Grapes: Studies in the Subversion of Rationality*, Cambridge: Cambridge University Press.
- FELDSTEIN, Martin (1972). "The Inadequacy of Weighted Discount Rates": En: LAYARD, Richard (edit), *Cost Benefit Analysis*, London: Harmonds Worth, Penguin.
- GONZÁLEZ, Jorge Iván y PECHA, Arsenio (2000). "Tasa de preferencia intertemporal, equilibrio y estabilidad en los modelos de crecimiento neoclásico". *Cuadernos de Economía*, No. 32. pp. 76-80.
- HICKS, John. *Métodos de economía dinámica* (1985). México: Fondo de Cultura Económica.
- \_\_\_\_\_. *Valor y capital* (1989). México: Fondo de Cultura Económica.
- MARGLIN, Stephen. *Public Investment Criteria* (1967). London: Allen and Unwin.
- MARKANDAYA, Anil y PEARCE, David, "Development, the Environment and the Social Rate of Discount" (1991). *The World Bank Research Observer*, Vol. 6, pp. 137-152.
- \_\_\_\_\_. (1988). "Environmental Considerations and the Choice of the Discount Rate in Developing Countries". The World Bank, Environment Department, Working Paper No. 3.
- PARFIT, Derek (1983). "Energy Policy and Further Future: the Social Discount Rate". En Mc LEAN, D. y BROWN, P., editors, *Energy and the Future*, Totowa N.: Rowman and Littlefield.
- PEARCE, David, y TURNER, Ferry (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*, Madrid, Celeste Ediciones.
- SHACKLE, George (1972). *Epistemics and Economics, A critique of Economic Doctrines*, Cambridge, Cambridge University Press, reimpreso por Transaction Publishers, New Brunswick, New Jersey.
- WEITZMAN, Martin (1994). "On the Environmental Discount Rate". *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 26, No.2, pp. 200-209.
- \_\_\_\_\_. (1999), "Just Keep Discounting, But..." En: PORTNEY, Paul R. y WEYANT, John (eds.), *Discounting and Intergenerational Equity*, Washington, Resources for the Future, pp.65-80.