

January 2008

El debate de la tasa social de descuento de largo plazo: estado del arte

Francisco Correa Restrepo
Universidad de Medellín, fcorrea@udem.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/eq>

Citación recomendada

Correa Restrepo, F. (2008). El debate de la tasa social de descuento de largo plazo: estado del arte. *Equidad y Desarrollo*, (10), 61-82. <https://doi.org/10.19052/ed.266>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Equidad y Desarrollo* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

El debate de la tasa social de descuento de largo plazo: estado del arte¹

Francisco Correa Restrepo*

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo realizar un análisis del debate teórico que se ha generado alrededor de la determinación de la tasa social de descuento utilizada en la evaluación de proyectos con impactos ambientales de largo plazo. Así, describe la evolución del debate y se revisa teóricamente el concepto del descuento y su papel en los modelos de crecimiento económico y maximización del bienestar social. Igualmente, se analizan las diversas críticas planteadas al enfoque tradicional de determinación del descuento utilizado en el análisis costo-beneficio y se estudian tres de las principales propuestas alternativas para la determinación de la tasa de descuento largo plazo. A partir de la evidencia empírica, planteada por diversos estudios que favorecen el uso de tasas de descuento bajas, se concluye que la tasa social de descuento utilizada para evaluar proyectos con impacto en el largo plazo debe ser una tasa declinante en el tiempo y no una tasa de descuento constante.

Palabras clave: descuento, preferencias intertemporales, impactos ambientales, análisis costo-beneficio, incertidumbre, equidad intergeneracional.

DEBATE ON THE SOCIAL RATE OF LONG TERM DISCOUNT: STATE OF ART

ABSTRACT

The purpose of this article is to carry out an analysis of theoretical debate that has been raised around the determination of the social rate of discount used in the projects appraisal with long term environmental impacts. Thus, it describes the evolution of the debate and the concept of the discount and its role in the models of economic growth and the maximization of the social welfare are reviewed. Also, this paper analyzes diverse critics raised to the traditional approach of determination of the discount used in the cost-benefit analysis. Subsequently, three main alternative proposals for the determination of the long term discount rate are studied. From the empirical evidence, raised by diverse studies that favor the use of low discount rates, it is concluded that the social rate of discount used to evaluate projects with impact in the long term should be a declining rate in the time and not a constant rate of discount.

Key words: discount, intertemporal choices, environmental impacts, cost-benefit analysis, uncertainty, intergenerational equity.

¹ Este artículo es producto de la investigación "La tasa de descuento de largo plazo para Colombia" financiada por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Medellín, y terminada en el mes de agosto de 2007.

* Docente-Investigador, Coordinador del Grupo de Economía Aplicada –GEA–, Programa de Economía, Universidad de Medellín. Economista y Especialista en Evaluación Socioeconómica de Proyectos, Universidad de Antioquia, Magíster en Ciencias Económicas, Área de Economía de la Energía y los Recursos Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Dirección: Apartado Aéreo 1983, Medellín, Colombia. Correo electrónico: fcorrea@udem.edu.co.

Fecha de recepción: 23 de junio de 2008.

Fecha de aprobación: 25 de julio de 2008.

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 (Correa, 2007). 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 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, son diversos los autores que, soportados en evidencia empírica, proponen tasas de descuento declinantes en el tiempo para la evaluación de proyectos con impactos ambientales. Ente sentido, se ha demostrado que la preferencia intertemporal de los individuos es decreciente en

el tiempo (Cropper y Laibson, 1999; Newell y Pizer, 2003; Loewenstein y O'Donoghue, 2002; Weitzman, 2001; Roelofsma, 1996 y Cruz y Muñoz, 2005). Los defensores de esta perspectiva respaldan sus argumentos en una importante evidencia empírica obtenida a través de investigaciones realizadas en las últimas dos décadas, lo cual consolida su posición en favor de una tasa de descuento decreciente en el tiempo con respecto al enfoque tradicional del descuento, el cual se asocia al uso del método del descuento exponencial.

Dado lo anterior, el objetivo de este artículo es analizar el debate teórico que se ha dado en las tres últimas décadas alrededor de la tasa social de descuento, en particular, en proyectos con impactos ambientales de largo plazo y, así mismo, revisar las principales propuestas alternativas que se han planteado para superar las limitaciones del enfoque tradicional del descuento. De esta manera, la primera sección plantea un marco de referencia para el análisis del papel del concepto de descuento en los modelos de crecimiento económico y en la maximización del bienestar social. A continuación, en la segunda sección se describe el debate desarrollado en los últimos 30 años acerca del papel de la tasa de descuento en la evaluación de proyectos con impactos ambientales en el largo plazo. Por su parte, la tercera sección reseña, de manera resumida, cómo se determina la tasa social de descuento a partir de la tasa de preferencia intertemporal. De otro lado, en la cuarta sección se registran las principales críticas que se han establecido a la propuesta de determinar la tasa social de descuento a partir de la tasa de preferencia temporal. Ahora, la quinta sección establece y analiza, teóricamente, las principales propuestas alternativas presentadas para la determinación de la tasa social de descuento de largo plazo. Por último, en la sexta sección se plantean las conclusiones del trabajo.

ANTECEDENTES DE LA RELACIÓN ENTRE LA TASA DE DESCUENTO Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

LA RACIONALIDAD DEL DESCUENTO DESDE LOS MODELOS DE MAXIMIZACIÓN DEL BIENESTAR SOCIAL

Desde que Bohm-Bawerk (1959) propuso el descuento como una de las principales razones para tasas de interés positivas, ha existido cierto consenso entre los economistas en que los individuos descuentan la utilidad futura en relación a la utilidad presente. El principal argumento en favor del descuento es empírico. Parece ser que las preferencias reveladas de los individuos muestran que el disfrute presente es preferido al disfrute futuro y el dolor futuro al dolor presente. La introspección soporta este punto de vista, en la medida que las tasas de interés exceden la tasa de crecimiento de la población y de la productividad. Adicionalmente, hoy existe evidencia experimental disponible desde la economía y la psicología.²

Ahora, dado que los individuos descuentan el futuro, la invariancia en el tiempo de las preferencias requiere que tales agentes ponderen el pasado más duramente de lo que ponderan el presente. En otras palabras, a los treinta años de edad importa más la fruta que se consumió a la edad de tres años que la fruta consumida hoy por el mismo individuo. Por otra parte, la importancia de una fruta a la edad de tres años en relación a la fruta hoy crece a una tasa exponencial a medida que el individuo envejece.

La implicación de la invariancia es difícil de aceptar. Sin embargo, según Caplin y Leahy (2001), es más creíble suponer que los agentes descuenten el consumo

pasado que afirmar que el consumo pasado es más importante a medida que el consumidor envejece. De otro lado, mas allá de la preferencia revelada, el argumento teórico más fuerte a favor del descuento involucra lo que Bohm-Bawerk denominó “brevedad e incertidumbre de la vida humana”. De acuerdo a este punto de vista, la gente descuenta la utilidad futura debido a que ellos no podrán disfrutarlo. Un individuo pondera los placeres en el tiempo t a través de una probabilidad condicional de vivir hasta el tiempo t .

Ahora, hay un paralelo entre mortalidad y falta de memoria. El pasado muere cuando la gente lo olvida.³ La memoria imperfecta justifica el descuento del pasado en la misma forma que la mortalidad justifica el descuento del futuro, y justo cuando la mortalidad sugiere que el individuo descuenta más el futuro lejano que el futuro cercano, la falta de memoria sugiere que se descuenta el pasado lejano más que el pasado reciente (Caplin y Leahy, 2001).

Finalmente, si las preferencias cambian en el tiempo y entre individuos, ¿cambiarán las ponderaciones sobre el pasado de una manera similar? si, como comúnmente se ha creído, los individuos ricos y educados miran más hacia adelante, ¿establecen ellos relativamente menos ponderación sobre el pasado como requiere el supuesto de la invariancia? Si el descuento es endógeno, como es argumentado por Becker y Mulligan (1997), ¿no es la ponderación sobre el pasado también endógena? Después de todo, los individuos gastan recursos en mantener vivo el pasado.⁴ Si la ponderación sobre el pasado es endógena, ¿no sería un capricho notable del destino que esta ponderación sea exactamente igual al inverso del factor de descuento? Caplin y Leahy (2001) concluyen que en casi toda formulación razonable, los

2 Aunque confirma el descuento, la evidencia experimental no apoya necesariamente el descuento exponencial. Para profundizar en este tema ver: Caplin y Leahy (2001) y Ainslie (1992).

3 La evidencia experimental en psicología muestra que una función de disminución exponencial de las probabilidades de memoria puede estimar mejor los datos, aunque una función *poder* puede desempeñarse mejor.

4 Los individuos gastan recursos en historias, diarios, fotografías, etc.

seres futuros ponderan el consumo presente menos fuertemente que los seres del presente. La implicación de lo anterior es que los gustos cambian en el tiempo.

LOS MODELOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y EL DESCUENTO

Ahora, los modelos clásicos de crecimiento económico frecuentemente utilizan una tasa de descuento, que es constante y positiva, para valorar el flujo de bienestar futuro.⁵ Este supuesto se incorpora dentro del problema de optimización intertemporal de la siguiente manera:

$$\text{Max} \int_0^{\infty} D(t)u(c(t))dt$$

Donde $D(t)=\exp(-rt)$ y $r > 0$. Además, $c(t)$ es el consumo per cápita y $u(c(t))$ representa la función de utilidad instantánea. En este sentido, en la teoría del crecimiento económico óptimo el supuesto de que el descuento es constante y positivo es condición necesaria para establecer una representación “bien definida de las preferencias del agente” económico representativo en un horizonte de tiempo infinito (Koopmans, 1960, Diamond, 1965). Ahora bien, desde la teoría del crecimiento económico una representación “bien definida de las preferencias del agente” está asociada a dos supuestos centrales: en primer lugar, al planteamiento de una tasa de preferencia intertemporal que no se modifica a lo largo del tiempo y, en segundo lugar, al supuesto de que dicha tasa es idéntica para todos los agentes y, por tanto, es independiente del nivel de ingreso.

Sin embargo, se ha argumentado que el supuesto de utilizar tasas de descuento constantes y positivas ha

sido utilizado más por la carencia de alternativas convincentes que a la propia convicción que inspira el enfoque (González y Pecha, 2000). El principal problema asociado con este enfoque utilitarista del descuento es que conlleva a una asimetría fundamental entre las generaciones presentes y las generaciones futuras (Correa, 2007). A través del poder del interés compuesto, pérdidas extremadamente grandes que ocurran en el muy largo plazo podrán ser descontadas a migajas, por lo que no representarán grandes valores en la evaluación de proyectos hoy.⁶

De esta manera, han surgido algunas críticas a los supuestos del descuento convencional utilizado en los modelos de crecimiento económico óptimo. Así, frente a los supuestos establecidos en los modelos del tipo Barro-Sala-i-Martin (1999), los cuales plantean que la tasa de descuento no se modifica en el tiempo y además es idéntica para todos los agentes económicos, se establecen objeciones que los desvirtúan. Frente al primer supuesto se plantea que éste desconoce que la utilidad va cambiando en el tiempo y que va afectando la tasa de preferencia intertemporal (González y Pecha, 2000). En esta vía, Shackle (1972) 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 primer supuesto no se cumple.

De otro lado, Elster (1983) argumenta que las preferencias no se mantienen a lo largo del tiempo. Elster 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, los cuales soportan en ellos la estabilidad intertempo-

5 Esta tasa de descuento también es referenciada en la literatura económica como tasa de preferencia intertemporal. En este sentido, una tasa de preferencia intertemporal positiva ha sido frecuentemente racionalizada sobre la base ya sea del comportamiento miope o, del egoísmo de las generaciones actuales frente a las generaciones futuras (Ramsey, 1928; Marini y Scaranozzino, 2000).

6 Por ejemplo, si se descuentan el Producto Nacional Bruto mundial (PNB) en doscientos años a una tasa de interés del 5% anual, el valor presente representará unos pocos cientos de miles de dólares.

ral.⁷ Elster (1983) afirma que el incumplimiento de la consistencia intertemporal no es un comportamiento irracional, por lo que plantea que no puede asociarse estabilidad de 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 (1939) 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 $t+1$. Hicks acepta la independencia de las utilidades cuando el consumo se realiza en un mismo momento, pero no está de acuerdo con afirmar que existe tal 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). Esta opción tiene un alto costo: la anulación de la dinámica. Concluye Hicks (1939) 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), siguiendo a Hicks (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.

El segundo supuesto plantea que la tasa de preferencia intertemporal es constante, por lo que es independiente del nivel de ingreso. Ante este supuesto se plantea que es demasiado restrictivo pues rechaza de inmediato la existencia de las curvas de Engel. Según González y Pecha (2000), lo anterior significa que la teoría del crecimiento económico no admitiría tasas de preferencia intertemporal diferentes para individuos ricos y pobres, ya que el equilibrio óptimo sólo se obtiene cuando estas tasas son iguales. Así pues, la igualdad de tasas de descuento en el punto de equilibrio significa que ricos y pobres modifican sus respectivas tasas de preferencia intertemporal de la misma manera. Por tanto, si dichas tasas no fueran iguales el modelo se alejaría del equilibrio. Por tal razón, tal supuesto conduce a un problema importante pues las preferencias entre los agentes pueden variar de forma significativa entre los diversos agentes económicos (Varian, 1999).

LA TASA DE DESCUENTO EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE LARGO PLAZO

Ahora, la preocupación pública acerca de la tasa de descuento apropiada que se debe usar para el futuro lejano no es un tema reciente. En la década de 1970, tras la crisis del petróleo que se desató en los Estados Unidos en 1973, éste y otros países plantearon la necesidad de invertir en investigación para establecer energías alternativas. Es a partir de ese planteamiento cuando el tema del descuento suscitó gran atención en algunos académicos, pues las inversiones asociadas a la investigación de energías alternativas generarían beneficios sólo en el muy largo plazo. Fue así, como en 1977 la institución internacional *Re-*

7 La teoría del crecimiento económico asocia la racionalidad con la estabilidad intertemporal de las preferencias y supone continencia, consistencia temporal y constancia (González y Pecha, 2000).

sources for the Future (RFF) convocó una conferencia para discutir la tasa de descuento adecuada para las inversiones públicas en energía y otras tecnologías, cuyas ideas se plasmaron en un libro, frecuentemente referenciado en la literatura de la tasa social de descuento, llamado *Discounting for Time and Risk in Energy Policy*, editado por Robert Lind en 1982. La contribución de este texto fue relevante y constituyó, durante más de quince años después de su publicación, un amplio consenso sobre el tema del descuento (Almansa y Calatrava, 2001).

Finalmente, tres temas importantes emergieron de ese primer debate sobre el descuento. Primero, hasta qué grado todos los beneficios y costos futuros deben ser convertidos a cambios equivalentes en consumo para los individuos que los experimentarán. Segundo, en situaciones donde los costos (beneficios) de una inversión pública o un programa regulatorio desplazan (incrementan) la formación de capital privado, su medida equivalente de consumo también debe ser descontada para que refleje la productividad marginal del capital. Por último, estos flujos ajustados de equivalentes de consumo deben ser descontados usando la tasa social de preferencia temporal, es decir, la tasa a la cual la sociedad está dispuesta a intercambiar consumo presente por consumo futuro.

Sin embargo, a mediados de la década del el aparente consenso en relación al descuento comenzó a diluirse. Para 1995, aparece un informe que plantea las consecuencias económicas y sociales del fenómeno del cambio climático y las directrices de política a seguir (IPCC, 1995). Este informe contiene un capítulo que se dedica a temas relacionados con el descuento y la equidad intergeneracional (Arrow *et al.*, 1996). Ahora, aunque se cita el informe de Lind (1982), no se establece claramente un acuerdo general sobre el descuento.

A partir de esta situación, de nuevo la institución internacional *Resources for the Future* (RFF) organizó un en-

cuentro en 1996, el cual reunió un grupo de importantes investigadores del mundo expertos en el tema del descuento. El problema ambiental del cambio climático fue el ejemplo que intensificó la discusión. No obstante, las conclusiones con relación al descuento pretendían generalizarse a toda clase de toma de decisiones de carácter intergeneracional (Almansa y Calatrava, 2001). Los puntos centrales de debate, con vigencia en la actualidad, se pueden resumir en los siguientes aspectos: 1. Los proyectos cuyos efectos se extienden durante cientos de años, ¿deben ser tratados sencillamente como *extensiones* de proyectos cuyos principales efectos no perduran más de 30 o 40 años? 2. Si la respuesta a la pregunta anterior es sí, ¿cuál debe ser la forma apropiada para determinar la tasa de descuento que debe ser usada en tales casos? 3. Si los proyectos con efectos intergeneracionales importantes tienen que evaluarse de forma diferente ¿cuál es el procedimiento para hacerlo? ¿No debería aplicarse descuento alguno? O ¿se debería aplicar una tasa de descuento diferente? 4. Finalmente, y de manera fundamental ¿es apropiado el uso del análisis costo-beneficio para la toma de decisiones con respecto a problemas ambientales como el cambio climático, los residuos nucleares y la pérdida sistemática de biodiversidad?

Las conclusiones de la conferencia de la RFF de 1996 ponen en evidencia la diferencia de opiniones sobre el concepto del descuento en la comunidad científica y las diversas posiciones éticas que las sustentan (Almansa y Calatrava, 2001). Así, Portney y Weyant (1999), quienes reunieron los diversos trabajos presentados en la conferencia de *Resources for the Future* de 1996, distinguen explícitamente entre dos casos asociados al tema debatido: proyectos a corto y mediano plazo (40 años o menos) y proyectos con un horizonte temporal mayor a 40 años. En este sentido, en un tema que hubo consenso en la conferencia citada es que se debe considerar adecuado y esencial para muchos de esos expertos, descontar los beneficios y costos futuros con una tasa de descuento positiva.

Ahora bien, con respecto a los proyectos con un horizonte de corto o mediano plazo, se consideró que un fallo en la forma de descontar los beneficios y costos futuros perjudicaría a las generaciones futuras. Además, planteaban que la tasa de descuento adecuada en este caso es el costo de oportunidad de capital. En otras palabras, Portney y Weyant (1999) plantean que para proyectos con horizontes de tiempo menores a 40 años, los expertos reunidos en el encuentro de RFF en 1996 se movieron uniformemente en el campo del enfoque descriptivo. Ahora, más allá de este horizonte temporal hubo amplio desacuerdo entre los participantes al evento en mención. En la práctica, la recomendación frecuente desde la literatura del descuento intergeneracional ha sido que se debe utilizar como tasa social de descuento la llamada *tasa social de preferencia intertemporal* —TSPI—. Por tal razón, el debate actual ha girado alrededor de la tasa de descuento determinada desde la preferencia intertemporal del consumo.

LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO DETERMINADA A PARTIR DE LA TASA DE PREFERENCIA INTERTEMPORAL

Desde el enfoque de la evaluación económica de proyectos, la tasa social de descuento basada en la tasa 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 (δ), la elasticidad de la utilidad marginal del consumo (η) y la tasa esperada de crecimiento del consumo (ρ). Así, δ refleja el hecho de que un individuo puede preocuparse menos por el futuro que por el presente (egoísmo, si $\delta > 0$).⁸ Ahora,

el componente ($\eta\rho$) significa que si se espera que el consumo crezca ($\rho > 0$), la tasa social de descuento puede ser positiva aun cuando $\delta = 0$.⁹ 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 período actual para financiar una cantidad dada de consumo futuro (Dinwiddy y Teal, 1996: 170).

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), aun 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.

CRÍTICAS A LA PROPUESTA DE DETERMINACIÓN DE LA TSD A PARTIR DE LA TASA DE PREFERENCIA TEMPORAL

Ahora bien, dentro de todos los autores que establecen críticas a esta forma de establecer la TSD, se destacan aquellos que plantean que la tasa social de descuento es declinante en el tiempo (Cruz y Muñoz, 2005; Edwards, 2002a; Weitzman, 2001; Almanza y Calatrava, 2001; Cropper y Laibson, 1999; entre otros). En particular, este enfoque es el que ha tomado más fuerza en los últimos años en el análisis del

8 Para conocer mejor el proceso de derivación de la tasa social de descuento a partir de la tasa de preferencia temporal ver Dinwiddy (1996: 168-171).

9 El planteamiento de que $\delta = 0$ puede darse en el análisis si se establecen consideraciones de tipo ético.

descuento de los costos y beneficios ambientales en el largo plazo.

En este sentido, hay autores que plantean que las tasas utilizadas en los modelos económicos del cambio climático deben ser más bajas que las tradicionalmente utilizadas, las cuales no son racionales, pues para éstos autores la tasa de descuento debe descender con el tiempo (Azar y Sterner, 1996; Arrow *et al.*, 1996; Edwards, 2002b; Weitzman, 2001; Cropper y Laibson, 1999; Reinschmidt, 2002).

Ahora bien, adicional a las consideraciones de ética intergeneracional, varios son los argumentos centrales de quienes defienden la perspectiva de establecer una tasa social de descuento declinante en el tiempo: i) en el largo plazo no es sostenible el planteamiento de un crecimiento económico exponencial, ii) existe evidencia empírica que demuestra el uso consistente, por parte de los individuos, de una tasa de descuento declinante en el futuro; comportamiento llamado en la literatura económica como *descuento hiperbólico*, iii) la incertidumbre conduce a tasas de descuento decrecientes en el tiempo y, iv) la diversidad de opiniones sobre el descuento lleva a una tasa social de descuento más baja en el tiempo.

De esta manera, el primer argumento tiene que ver con la relación entre tasa de interés y consumo. En particular, Dasgupta (2001) interpreta la ecuación $i = \delta + \eta\rho$ como si se estuviera determinando la tasa de interés a partir del comportamiento del consumo en el tiempo. No obstante, en el proceso de maximización del consumo, de donde surge esta propuesta, lo que se determina es la evolución óptima del consumo a partir de la tasa de interés y, por tanto, no se da el proceso contrario (Edwards, 2002a). Ahora, en un modelo de equilibrio general la determinación de la tasa de interés se ve influida tanto por el mercado de activos como por el comportamiento de las empresas. De esta manera, Edwards (2002a: 5) afirma que en la medida que la economía converja hacia el

estado estacionario es de esperar que la tasa de crecimiento del consumo sea decreciente, al igual que la tasa de interés.

Adicionalmente, en el mismo orden de ideas, algunos autores afirman que el crecimiento del consumo es limitado pues depende del crecimiento económico y éste, a su vez, depende de la tasa de cambio tecnológico, la cual hasta ahora es desconocida (Newell y Pizer, 2003; Correa, 2007). Así, dada la incertidumbre vinculada a la evolución de la tasa de cambio tecnológico, se argumenta que se deben utilizar menores tasas de descuento, incluso decrecientes, en virtud del mayor grado de incertidumbre del cambio tecnológico en el largo plazo.

En cuanto al segundo razonamiento, son diversos los estudios empíricos que han encontrado que los individuos descuentan a tasas decrecientes en el tiempo, es decir, descuentan el futuro hiperbólicamente, aplicando tasas de descuento anual más grandes para los rendimientos o recompensas más cercanas con respecto a las tasas que aplican a los rendimientos o recompensas del futuro más lejano (Newell y Pizer, 2003; Cropper y Laibson, 1999; Ainslie, 1992; Cropper *et al.* 1991). Así, por ejemplo, Cropper *et al.* (1991) establecieron las tasas marginales de sustitución de los individuos por salvar vidas en diferentes momentos del tiempo, en una muestra de población de dos ciudades de los Estados Unidos. Básicamente, para medir las vidas salvadas en el futuro que son equivalentes a salvar una vida hoy, los autores confrontaron a los individuos encuestados con la siguiente situación: “sin nuevos programas gubernamentales 100 personas morirían este año por contaminación y 200 personas morirían dentro de 50 años. El gobierno tiene que elegir entre dos programas que cuestan lo mismo, pero sólo hay suficiente dinero para uno de ellos. El programa A salvará 100 vidas ahora. Por su parte el programa B salvará 200 vidas en 50 años. ¿Cuál programa elegiría usted?”

Estos autores concluyen que cuando el número de vidas salvadas en T años era menor o igual número de vidas en el momento presente, sólo cerca del 10% de los encuestados favorecía los programas de orientación futura. Así, Cropper *et al.* (1991) encontraron que los encuestados requerían salvar más vidas en T años para elegir el programa B.

Finalmente, Cropper *et al.* (1991) encontraron que la tasa de descuento media cae a medida que el horizonte de tiempo se incrementa. De esta manera, la tasa media de descuento es aproximadamente 8% para un horizonte de 25 años, 6% para un horizonte de 50 años y de 3% para un horizonte de 100 años. Igualmente, los test realizados acerca de la igualdad de las tasas medias de descuento, basados en el supuesto de que la preferencia temporal estaba normalmente distribuida, les permitieron rechazar la hipótesis nula de descuento exponencial constante. Ahora, cuando se estimaron las tasas de descuento bajo el supuesto de que dichas tasas variaban en el tiempo, la tasa media anual de descuento fue de 7% hoy y de 0% en 100 años.

Ahora, en tercer lugar, Newell y Pizer (2003) afirman que la incertidumbre conduce a tasas decrecientes en el tiempo. Estos autores demuestran que cuando la senda futura de la tasa de descuento es incierta, y está altamente correlacionada, el futuro distante debe ser descontado a tasas significativamente más bajas que las sugeridas por las tasas corrientes. Para demostrar lo anterior, Newell y Pizer utilizaron una base de datos para la tasa de interés de Estados Unidos en un período de doscientos años. Luego, utilizando modelos de paseo aleatorio y media inversa, calcularon la *tasa de equivalente cierto*, la cual resume el efecto de la incertidumbre y mide la tasa de descuento adecuada hacia adelante en el futuro. Así, bajo este tipo de modelos, ellos encontraron que la tasa de equivalente cierto cae continuamente desde 4% hasta 2% después de 100 años, a 1% después de 200 años y a 0,5% después de 300 años. Igualmente,

sus resultados muestran que en horizontes de 400 años el valor descontado se incrementa por un valor cercano a 40,000 con relación al descuento convencional. Al aplicar estos resultados a la mitigación del cambio climático, Newell y Pizer (2003: 69) concluyen que al incorporar la incertidumbre en las tasas de descuento casi se duplica el valor presente esperado de los beneficios de las acciones de mitigación.

Con respecto al último argumento que se establece en defensa de la utilización de tasas de descuento declinantes en el tiempo, Weitzman (2001) plantea que la amplia diversidad de las opiniones con relación a la tasa de descuento significa que la sociedad debiera estar utilizando tasas de descuento efectivas que declinen desde un valor medio del 4% anual para el futuro inmediato hasta reducirse, aproximadamente, a 0% para el futuro lejano. Para llegar a dicha conclusión, este economista se basó en una encuesta realizada a 2160 economistas del mundo. En ella, Weitzman (2001) preguntó acerca de cuál sería la mejor tasa de descuento para evaluar proyectos asociados a la mitigación del cambio climático. La metodología utilizada por este investigador consistió en agregar los factores de descuento resultantes y no las tasas de descuento individuales, bajo el supuesto que las tasas de descuento individuales se comportan como una distribución gamma. Por medio de esta metodología determinó un tasa de descuento equivalente constante de 1,75% anual.

Así, este valor de la tasa de descuento equivalente demuestra el perfil decreciente del descuento en el tiempo. Igualmente, Weitzman (2001: 270) encontró que la tasa de descuento efectiva anual debería ser decreciente en el tiempo, estableciendo que para proyectos con horizontes de 1 a 5 años se debía utilizar una tasa de descuento efectiva del 4%, para proyectos de 6 a 25 años una tasa del 3%, en proyectos de 26 a 75 años una tasa del 2% y, finalmente, para proyectos con horizontes de tiempo de 76 a 300 años una tasa del 1% anual.

Para concluir, es claro que son importantes los argumentos frente al planteamiento de tasas de descuentos más bajas -e incluso decrecientes en el tiempo- que la tasa social determinada bajo el enfoque tradicional. Por tal razón, en las dos últimas décadas, son diversas las propuestas planteadas que van orientadas hacia la determinación de tasas de descuento anual menores a las halladas bajo el enfoque tradicional del análisis costo-beneficio. En tal sentido, la sección que sigue a continuación describe de manera detallada tres propuestas, que se destacan dentro de la literatura de la economía ambiental, las cuales van desde el descuento hiperbólico hasta procesos de descuento en dos etapas. En algunos casos, algunas de estas propuestas son modelos teóricos que aún no cuentan con gran soporte empírico, pero que establecen argumentos interesantes que se deben estudiar a profundidad.

UNA REVISIÓN TEÓRICA DE LAS PRINCIPALES ALTERNATIVAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO DE LARGO PLAZO

En este apartado se establecerán algunas de las principales propuestas alternativas para la determinación de la tasa social de descuento de largo plazo. Así, en primer lugar, se desarrolla la propuesta de Cropper y Laibson (1999), quienes, a través de un modelo basado en un juego intertemporal, apoyan la idea de la utilización de tasas de descuento más bajas. En segundo lugar, se plantea el método del descuento intergeneracional de Cline (1999) el cual, a partir de un enfoque de compromiso generacional, propone un esquema de descuento en dos etapas. Por último, se presenta el enfoque de Weitzman (2001) quien presentando un simple pero innovador enfoque teórico, y utilizando un ejemplo numérico, demuestra la declinación en el tiempo de la tasa de descuento ambiental.

LA PROPUESTA DE CROPPER Y LAIBSON: EL MODELO DE DESCUENTO HIPERBÓLICO

Cropper y Laibson (1999) parten de reconocer la existencia de evidencia empírica con respecto a la validación de la hipótesis de que la gente descuenta el futuro hiperbólicamente, aplicando unas tasas de descuento anual más grandes para los beneficios en el corto plazo que para los beneficios obtenidos en el largo plazo (Ainslie, 1992; Cropper *et al.* 1991).¹⁰ Ahora, su trabajo se centra en mostrar las implicaciones de las preferencias hiperbólicas para la toma de decisiones de inversión privada y política pública. Así, a continuación se describe de manera detallada el trabajo de Cropper y Laibson (1999) con relación a la propuesta del descuento hiperbólico y sus consecuencias para la evaluación de proyectos, tanto públicos como privados.

EL CONCEPTO DE PREFERENCIAS HIPERBÓLICAS

En primer lugar, estos autores recuerdan, como ya se ha establecido anteriormente, que la teoría del crecimiento económico tiene como uno de sus supuestos fundamentales la existencia de preferencias temporales individuales estacionarias, es decir, que la elección de un individuo entre dos pagos depende únicamente del intervalo de tiempo absoluto que separa dichos pagos o recompensas. Sin embargo, los autores en mención aceptan que hay gran evidencia empírica sobre la sensibilidad de la gente al tiempo de retraso dado con respecto a si éste retraso en el pago ocurre en el corto plazo o en el largo plazo (Ainslie, 1992). Para resumir, Cropper y Laibson, al igual que muchos otros autores ya referenciados, afirman que la tasa de descuento que se aplica a los intercambios de consumo de corto plazo es más alta que la tasa de descuento que se aplica a los intercambios de consumo de largo plazo.

¹⁰ Esto significa que las personas son más impacientes cuando enfrentan una decisión de corto plazo que cuando tienen que tomar una decisión de largo plazo. En la literatura esto se conoce como inconsistencia intertemporal de las preferencias. Tal hipótesis fue planteada por primera vez por Strotz (1956).

Ahora, un acercamiento formal de tales tipos de preferencias lo establecen Loewenstein y Prelec (1992) mediante un análisis axiomático que conduce a una función de descuento hiperbólico generalizada, es decir, una función de la forma:

$$\psi(t) = (1+\alpha t)^{-\gamma/\alpha}, \alpha, \gamma > 0 \quad (1)$$

Para Cropper y Laibson (1999), a medida que $\alpha \rightarrow 0$, $\psi(t)$ se aproxima a la función exponencial.¹¹

Ahora bien, para desarrollar su modelo los autores, por simplificación, asimilan la función hiperbólica como si fuera una función cuasi hiperbólica, la cual ha sido frecuentemente utilizada tanto en el análisis intergeneracional como en el análisis intrapersonal (Laibson, 1996).¹² Específicamente, examinan un consumidor representativo que vive T períodos de tiempo y que, además, en el período t percibe utilidad de la secuencia de consumo (c_0, c_1, \dots, c_T) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$u_t(c_0, c_1, \dots, c_T) = u(c_t) + \beta \sum_{i=1}^{T-t} \delta^i u(c_{t+i}), \quad 0 < \beta, \delta < 1 \quad (2)$$

Se hace notar que cuando $0 < \beta < 1$, la estructura de descuento planteada en la ecuación (2) sigue las propiedades cualitativas de la función hiperbólica, aunque manteniendo mucha de la tratabilidad analítica de la función de descuento exponencial, la cual es el enfoque tradicional para el descuento en el análisis económico. Así, los factores de descuento $(1, \beta\delta, \beta\delta^2, \beta\delta^3, \dots)$ se definen como cuasi hiperbólicos.

Por otra parte, para ilustrar los problemas de inconsistencia intertemporal que generan las preferencias cuasi hiperbólicas, Cropper y Laibson (1999) consideran lo que sucedería en una situación donde el individuo 0 elige la secuencia de consumo (c_0, c_1, \dots, c_T)

para maximizar la utilidad planteada en (2) sujeta a las restricciones (3) y (4), a saber:

$$0 < c_t \leq w_t \quad (3)$$

$$w_{t+1} = R x (w_t - c_t) \quad (4)$$

Donde w_t es la riqueza del período t y R es el rendimiento bruto sobre el capital. Como Strotz (1956) ya ha señalado antes, los niveles de consumo (c_1, c_2, \dots, c_T) que son elegidos por el individuo 0 no serán seguidos por los individuos futuros si ellos son libres de elegir sus niveles de consumo. Para Cropper y Laibson (1999), desde la perspectiva del individuo 0, la tasa de descuento entre dos periodos distantes (t y $t+1$) es la tasa de descuento más baja de largo plazo. Sin embargo, el individuo t descontará el consumo en el período $t+1$ a una tasa mucho más alta. De esta manera, este individuo consumirá más y ahorrará menos de lo que el individuo 0 habría elegido para él (Cropper y Laibson, 1999: 166). De otro lado, con respecto al análisis de un conjunto de planes de consumo que todos los individuos del futuro puedan efectivamente seguir, Cropper y Laibson (1999) examinan el equilibrio de un juego intertemporal. A continuación, se presenta de manera detallada este análisis.

EL EQUILIBRIO DE UN JUEGO CON CONSUMIDORES CUASI HIPERBÓLICOS

El modelo planteado parte del problema de decisión de un consumidor que tiene un tiempo de vida finito ($t = 0, 1, \dots, T$). Ahora, un supuesto importante es aquel que plantea que el ser o individuo t del consumidor tiene control sobre la decisión de consumo del período t . Además, se asume que el ser t observa todos niveles de consumo pasado $(c_0, c_1, c_2, \dots, c_{t-1})$ y

11 Cuando α es muy grande, $\psi(t)$ se aproxima a una función escalonada implicando que todos los períodos después del primero reciben aproximadamente igual peso. Para $\alpha > 0$, $\psi(t)$ está por debajo de la función exponencial a niveles bajos de t y está por encima de ésta a niveles altos de t .

12 Esta función cuasi hiperbólica describe el mismo comportamiento de las preferencias que son inconsistentes temporalmente.

el nivel de la riqueza actual, w_t , y elige el consumo en el período t , c_t , sujeto a la restricción de presupuesto (3). Por su parte, el ser $t+1$ hereda la riqueza w_{t+1} , de acuerdo a la ecuación (4), y similarmente elige el nivel de consumo c_{t+1} . Por tanto, el pago que el ser t recibe está dado por la ecuación (2), donde $u(c)$ es una función de utilidad constante relativa de aversión al riesgo:

$$u(c) = (c^{1-\rho} - 1)/(1-\rho), \quad \infty > \rho > 0 \quad (5)$$

**DESCRIPCIÓN DEL EQUILIBRIO
DEL JUEGO INTERGENERACIONAL**

El paso siguiente del modelo de Cropper y Laibson (1999) es establecer el equilibrio del juego. Para esto, se plantea que cuando T es infinito, el juego establecido para diferentes seres temporales tiene un único subjuego de equilibrio perfecto, como ya lo ha demostrado Laibson (1996). Luego, la estrategia de consumo de equilibrio de cada ser es una función lineal que depende la riqueza heredada, $c_t = \lambda_t w_t$, por lo que la trayectoria de consumo está caracterizada por:

$$u'(c_t) = R\delta u'(c_{t+1})[\lambda_{t+1}(\beta - 1) + 1], \quad (6)$$

Donde $\lambda_{t+1} = \partial c_{t+1}(w_{t+1}, T) / \partial w_{t+1}$

Así, concluyen Cropper y Laibson (1999), que a medida que $T \rightarrow \infty$ la ecuación (6) converge a:

$$u'(c_t) = R\delta u'(c_{t+1})[\lambda^*(\beta - 1) + 1] \quad (6')$$

Donde λ^* es la solución para la ecuación no lineal

$$\lambda^* = 1 - (\delta R^{1-\rho})^{1/\rho} [\lambda^*(\beta - 1) + 1]^{1/\rho} \quad (7)$$

De esta forma, estos autores establecen que cuando $\beta=1$, la ecuación (6') es idéntica a la condición que

caracteriza la trayectoria de consumo óptimo en el modelo de Ramsey (Barro y Sala-i-Martin, 1999).¹³ Específicamente, la senda de consumo correspondiente a (6') es idéntica a la senda de consumo generada por un modelo de Ramsey en el que la utilidad es descontada a una tasa exponencial constante $\delta = \delta [\lambda^*(\beta - 1) + 1]$.

En contraste con el modelo de Ramsey, sin embargo, la senda de consumo que caracteriza el juego con preferencias cuasi hiperbólicas no es Pareto-eficiente. Como Phelps y Pollak (1968) establecieron antes, todos los seres pueden estar mejor si todos ellos consumen menos que la tasa de consumo de equilibrio. Sin embargo, no hay un mecanismo que garantice que esta estrategia será seguida. La intuición que hay detrás de este resultado es simple. Aunque se requiere que el ser del período t ahorre más que el consumo asociado a su nivel de utilidad más baja, también se necesitará que todos los otros seres en conjunto ahorren más que los mismos aumentos de la utilidad del ser t . Al final, según Cropper y Laibson (1999), el segundo efecto dominará al primero. Esto último sugiere que puede ser posible, para el gobierno, llevar a cabo políticas para incrementar el ahorro que conducirán a mejoras en el sentido de Pareto.

**POLÍTICAS GUBERNAMENTALES DE MEJORAMIENTO
PARETIANO EN UN MUNDO CUASI HIPERBÓLICO**

Ahora, desde el punto de vista de las implicaciones para la política pública, este modelo lleva a afirmar que en un mundo en el que los consumidores pueden estar mejor disminuyendo la fracción de riqueza que ellos consumen, hay dos formas para que el gobierno pueda mejorar el bienestar. Una es subsidiar las tasas de interés (aumentar de R a \hat{R}); la otra es penalizar el consumo. Laibson (1996), por ejemplo, se centra en ambas estrategias. No obstante, el trabajo de Cropper

13 Al respecto, igualmente se advierte que incluso cuando $\beta \neq 1$ todavía hay un resultado equivalente observable, conjeturado por Arrow (1999), entre el equilibrio del juego con preferencias cuasi hiperbólicas y el modelo de Ramsey.

y Laibson (1999) considera únicamente los subsidios a la tasa de interés.

Inicialmente, se modela al gobierno como una secuencia de jugadores $(0, 1, 2, 3, \dots, T)$ el cual grava a los consumidores y usa los recaudos para subsidiar las tasas de interés. Ahora, un rasgo esencial de cada gobierno es que puede implementar políticas solamente con un rezago: debido a los retrasos en el proceso presupuestal, el gobierno del período t selecciona el impuesto de suma global en el período $t+1$, τ_{t+1} , y también (\hat{R}_{t+1}) , que es el subsidio de tasa de interés en el período $t+1$.¹⁴ El efecto de este supuesto es dotar al gobierno de un mecanismo de compromiso. Debe anotarse que el gobierno del período t no puede instantáneamente anular las políticas del gobierno del período $t-1$. De esta manera, el gobierno es capaz de superar el problema de autocontrol que asedia a los consumidores.

Por otro lado, la meta del gobierno en el tiempo t es maximizar el bienestar del individuo t . Ahora, el instrumento de política del gobierno influencia los *trade-offs* marginales de los consumidores entre los períodos $t+1$ y $t+2$. En este sentido, entre estos dos períodos el gobierno del tiempo t puede querer, idealmente, que la senda de consumo sea igual a:

$$u'(c_{t+1}) = \delta R u'(c_{t+2}) \tag{8}$$

Donde R es la tasa marginal de transformación no subsidiada (Cropper y Laibson, 1999: 7). Ahora bien, nótese que β no aparece en esta ecuación. Así, δ es el factor de descuento relevante entre los períodos $t+1$ y $t+2$, desde la perspectiva del gobierno del período t . Luego, la ecuación (8) implica:

$$\left(\frac{c_{t+2}}{c_{t+1}} \right)^\rho = \delta R \tag{9}$$

Por tanto, el gobierno t puede implementar esta senda de consumo eligiendo un subsidio de interés $\hat{R} = \hat{R}_{t+1}$, de modo que la ecuación de Euler generalizada (con tasa de interés subsidiada) es consistente con la senda deseada de consumo del gobierno,

$$\left(\frac{c_{t+2}}{c_{t+1}} \right)^\rho = \delta \hat{R} \left[\lambda^*(\hat{R})(\beta - 1) + 1 \right] \tag{10}$$

Cropper y Laibson plantean que las ecuaciones (9) y (10) en conjunto implican que el gobierno del período t elige \hat{R} tal que:

$$\delta R = \delta \hat{R} \left[\lambda^*(R)(\beta - 1) + 1 \right] \tag{11}$$

Este argumento se mantiene para todos los gobiernos que se dan en el tiempo. Así, en equilibrio $\hat{R}_{t+1} = \hat{R}$, para todo $t \geq 0$. Esto significa que en equilibrio la tasa de interés subsidiada por el gobierno siempre será la misma para todos los períodos de tiempo diferentes al período 0.

Para resolver explícitamente con respecto al subsidio de la tasa de interés, como una función de los parámetros del modelo, es necesario reconocer como dado el hecho que $c_{t+s} = \lambda^*(\hat{R}) w_{t+s}$ para todo $s \geq 1$. El supuesto anterior, en conjunto con la expresión dada en (4), implica que:

$$\frac{c_{t+s+1}}{c_{t+s}} = \left(1 - \lambda^*(\hat{R}) \right) \hat{R} \tag{12}$$

Introduciendo la ecuación (12) en la expresión (9) se obtiene $\lambda^*(\hat{R})$ como una función de R y \hat{R} ,

$$\left[\left(1 - \lambda^*(\hat{R}) \right) \hat{R} \right]^\rho = \delta R \tag{13}$$

Esta última expresión, en conjunto con la ecuación (11), produce el subsidio de tasa de interés como una función de los parámetros del modelo,

$$\hat{R} - R = \left[(1 - \beta) \left(1 - (\delta R^{1-\rho})^{1/\rho} \right) \right] \frac{R}{\beta} \tag{14}$$

¹⁴ Ya que los consumidores en esta economía no están restringidos por liquidez, el tiempo del pago único de impuestos es irrelevante. Por tanto, el modelo se centra en la elección del subsidio de la tasa de interés.

Así, la ecuación (14) es uno de los resultados importantes del modelo teórico planteado por Cropper y Laibson (1999). Ahora, para ilustrar la magnitud del subsidio de interés, estos autores consideran valores creíbles para los parámetros de la función de descuento cuasi hiperbólica, β y δ , para el rendimiento bruto sobre el capital, R , y para la elasticidad de la utilidad marginal con respecto al consumo, ρ . En este sentido, suponen que $\rho = 3$ y $R = e^{(0.04)}$, es decir, el rendimiento bruto sobre el capital es 4%. Plantean, además, que los valores $\beta = 0.6$ y $\delta = 0.9$ son aproximadamente consistentes con la evidencia empírica acerca de las elecciones intertemporales presentada por Ainslie (1992). En conjunto, concluyen Cropper y Laibson (1999), que tales valores de los parámetros implican un subsidio de tasa de interés por encima de los 2 puntos porcentuales $\check{R} - R = 0,021$.

Tal subsidio coloca a la economía en una senda pareto eficiente. De esta manera, la senda de equilibrio que surge en el juego con gobierno es idéntica a la senda de consumo que puede ser elegida por el ser 0, si éste puede realizar un compromiso con todos los seres futuros. Por tal razón, el gobierno surge como el gran planeador social que debe velar tanto por el bienestar de la generación presente como por el bienestar de las generaciones futuras.

ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES SOBRE EL MODELO DE CROPPER Y LAIBSON

En primer lugar, Cropper y Laibson (1999) concluyen que cuando los agentes descuentan la utilidad del consumo futuro usando una función cuasi hiperbólica, más que una función exponencial, la senda de consumo en la economía ya no es pareto eficiente. Todos los consumidores pueden estar mejor si ellos cada vez ahorran más, pero no hay forma de coordinar este comportamiento. Esto sugiere un papel importante para la política gubernamental: subsidiando las tasas de interés, es decir, reduciendo el

rendimiento requerido en los proyectos de inversión -lo cual significa establecer tasas de descuento más bajas que el rendimiento del capital privado- el gobierno puede ayudar a superar el problema del autocontrol que resulta de las preferencias hiperbólicas.

Ahora bien, los autores señalan que éste no es un resultado pro ambiental. Según ellos, esto no justifica aplicar una tasa de descuento más baja a proyectos ambientales (por ejemplo, proyectos de reforestación) con respecto a la tasa de descuento que podría ser aplicada a un proyecto de construcción de una fábrica de acero. A continuación, la pregunta que se hacen es ¿Hay supuestos que pueden justificar dicha práctica? Para lo que argumentan que la respuesta es sí.

En este sentido, se afirma que en un mundo de preferencias cuasi hiperbólicas se puede justificar una tasa más baja de descuento para evaluar proyectos ambientales bajo las siguientes condiciones:

- (1) la producción de servicios ambientales (Y^e) desde un stock de capital natural (E) -por ejemplo, un bosque-, es un proceso separado de la producción de los bienes privados (Y) por medio del stock de capital privado (K) (separabilidad en la producción).
- (2) el bien de consumo ambiental (C^e) y el bien de consumo privado (c) son sustitutos imperfectos en la función de utilidad (separabilidad en el consumo).
- (3) el gobierno controla la tasa de consumo del bien ambiental, y como se ha asumido antes, el gobierno puede actuar únicamente con un rezago -en el período t elige la cantidad de bien ambiental que puede ser consumido en el período $t+1$ (c^e_{t+1}).

Bajo esas condiciones, se puede demostrar que el gobierno elegirá consumir una fracción más baja del stock de capital ambiental con respecto a la fracción que los consumidores elegirán consumir del capital privado, y que la tasa de retorno de estado estaciona-

rio del capital ambiental estará por debajo de la tasa de retorno del capital privado. Así, una tasa de descuento más baja será aplicada a proyectos ambientales más que a inversiones privadas. La percepción que hay detrás de este resultado es la siguiente:

En la medida en que el gobierno pueda actuar únicamente con un rezago, esto previene el sobre consumo del bien ambiental, a medida que los consumidores son tentados hacerlo en el caso del bien privado. Además, debido al supuesto de la carencia de sustituibilidad del bien ambiental y otros bienes, tanto en la producción como en el consumo, los consumidores no pueden deshacer las elecciones del gobierno.

No obstante, para Cropper y Laibson (1999) este resultado es frágil: fallará en mantenerse si cualquiera de estos tres supuestos es violado. En particular, si hay sustituibilidad en la producción o en el consumo entre el bien ambiental y otros bienes, la misma tasa de retorno aplicará para capital ambiental y no ambiental. Lo anterior, señalan los autores, es una implicación importante de su trabajo: aunque el descuento hiperbólico provee una racionalidad para una tasa de descuento más baja requerida en proyectos de inversión, no provee justificación para aquellos que buscan tratar los proyectos ambientales de forma diferente a otros tipos de proyectos de inversión.

EL MÉTODO DEL DESCUENTO INTERGENERACIONAL DE CLINE

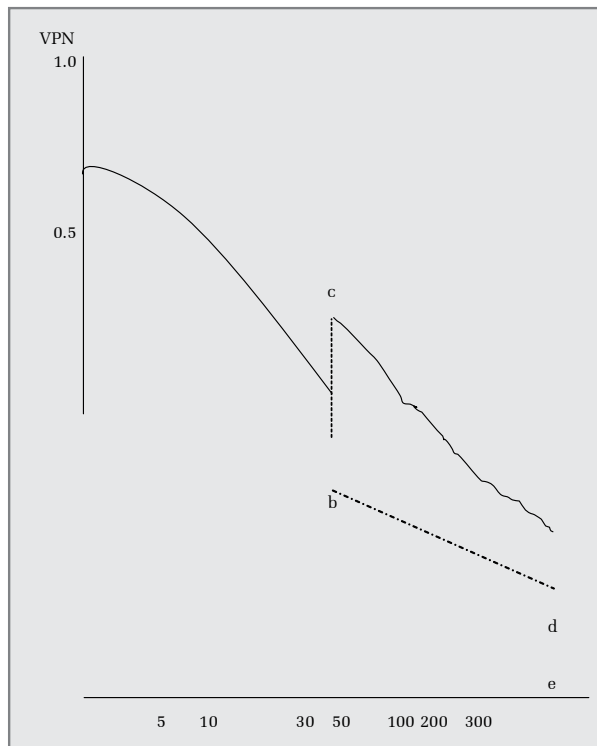
Este economista parte de reconocer la diferencia de perspectivas, en términos del descuento, entre las escuelas prescriptivas y descriptivas. Así mismo, supone que hay una clara diferencia entre generación futura y generación presente, por lo que propone definir una generación en términos de un horizonte temporal de 30 años.

A continuación, plantea que un compromiso realizable puede ser que el enfoque de la tasa social de

preferencia temporal sea aplicado después de los primeros 30 años. Por otra parte, para los efectos económicos que toman lugar dentro de los primeros 30 años, la tasa de descuento idealmente podría ser también la tasa social de preferencia temporal. Sin embargo, bajo un enfoque de compromiso, dicha tasa podría estar definida por el costo de oportunidad del capital y/o la optimización con una tasa de preferencia pura intertemporal mayor que cero ($\delta > 0$) durante este período inicial. Este primer paso se adhiere a la visión de la escuela descriptiva, pues, efectivamente, los mercados financieros no se extienden más allá de 30 años, como ya lo planteara Rabl (1996).

Para ilustrar lo anterior, Cline (1999) establece un ejemplo: supóngase que se acepta, desde la perspectiva descriptiva, que para los primeros 30 años la tasa de preferencia pura intertemporal es 3%, y en un modelo de optimización con una función de utilidad tradicional -como la función logarítmica, por ejemplo-, y bajo condiciones de, por ejemplo, tasas de crecimiento económico per cápita de 2% anual, la tasa de descuento podría ser 5% anual. Luego, desde este enfoque descriptivo se tendría un descuento del 5% para los primeros treinta años. De otro lado, desde la perspectiva de la escuela prescriptiva la tasa de descuento podría ser, por ejemplo, del 1,5% anual para todos los efectos que ocurran en los años posteriores al período de 30 años. Ahora, este descuento, a tasas de 1,5% anual, iniciaría desde el año que sigue inmediatamente después al año 30. El Gráfico 2 muestra el perfil resultante de este procedimiento de descuento con compromiso. El eje vertical muestra el valor presente descontado de una unidad de consumo recibida en cada uno de los años, los cuales se miden en el eje horizontal. Todos los efectos de equivalentes de consumo en los primeros 30 años son descontados a un 5% anual y los siguientes años a una tasa anual del 1,5%. La senda temporal resultante del valor presente descontado de la unidad de consumo podría seguir la curva *abcd*.

GRÁFICO 1. VALOR PRESENTE DESCONTADO DE UNA UNIDAD DE CONSUMO RECIBIDO EN EL AÑO T



Fuente: Cline, (1999).

Cline (1999) establece que la justificación para el rompimiento del perfil a los treinta años es que es un rompimiento generacional y, además, esto demarca el horizonte que alcanzan los mercados financieros actuales. Sin embargo, se genera una discontinuidad en la que un dólar recibido en el año treinta vale sólo 23 centavos, mientras que un dólar recibido en el año treinta y uno vale más: 63 centavos. Esta situación podría violar las consideraciones intergeneracionales y la razón de ser del compromiso descriptivo-prescriptivo de iniciar la senda de descuento más baja desde valores ya descontados en los primeros 30 años a la tasa más alta -girando la senda de valor presente descontado hacia *abc*-.

Cline (1999) afirma que una parte importante del enfoque de compromiso podría ser que si, en general,

son usadas tasas de descuento convencionales en los primeros 30 años -por ejemplo, un costo de oportunidad del capital de 6% a 8% real-, entonces todos los costos de inversión en capital en este periodo pueden ser considerados a su verdadero valor, más que ser ampliados a través del precio sombra del capital, tal y como se hace en el enfoque de la evaluación económica y social de proyectos. Finalmente, Cline argumenta que los resultados obtenidos podrían no ser muy diferentes entre los dos enfoques al menos en las primeras dos décadas.

EL DESCUENTO GAMMA

Weitzman (2001) propone un nuevo enfoque teórico para resolver el dilema permanente de la incertidumbre sobre qué clase de tasa de descuento debe utilizarse en el análisis de costo-beneficio. A partir de una encuesta realizada a 2160 economistas del mundo, Weitzman realiza un ejemplo numérico para demostrar la declinación en el tiempo de la tasa de descuento ambiental. El principal resultado de este trabajo es que aun si cada individuo cree en una tasa de descuento constante, un amplio rango de opiniones sobre lo que deber ser dicha tasa conduce a que la tasa social de descuento efectiva deba declinar de una manera significativa en el tiempo. A continuación, se describe en detalle la metodología propuesta por Weitzman (2001). En primer lugar, el modelo planteado por Weitzman (2001) parte de dos premisas fundamentales:

1. No existido jamás, ni habrá en el corto plazo, un consenso en la profesión de económica alrededor de la tasa de descuento que se debe aplicar a los proyectos con beneficios y costos en el largo plazo y en el muy largo plazo -períodos de más de 100 años-.¹⁵ Como ya se ha planteado, diversas perspectivas se han establecido para determinar la tasa social de descuento, que van desde estimarla

¹⁵ Edwards (2002a) comenta que "si no es posible obtener un consenso entre los economistas mucho más difícil será conseguirlo entre los no economistas".

a partir de la productividad marginal del capital hasta determinarla partiendo de la preferencia pura intertemporal individual. Ahora, diferentes son también los aspectos que se asocian con las diversas perspectivas planteadas. Así, algunos de estos tópicos son: a. las distorsiones de la economía y el impacto que sobre éstas tienen los proyectos, b. la equidad intergeneracional, c. la evolución del cambio tecnológico en el largo plazo y, d. la divergencia entre los economistas frente a la idea del crecimiento económico sostenido en el tiempo.

2. Para agregar las opiniones o perspectivas individuales, lo que se debe promediar son las funciones de descuento y no las tasas de descuento planteadas por cada uno de los agentes económicos. En ese sentido, Edwards (2002a) ilustra esta idea a través de un ejemplo sencillo: supóngase que dos individuos racionales, ambos con información completa, consideran que la tasa de descuento debe ser 8 y 12%, respectivamente. Ahora, si se determina que se va a ponderar ambas posiciones de igual manera, entonces un dólar en el año 10, equivaldría, en términos de valor presente a $(0,5*(1/1,8)^{10} + 0,5*(1/1,12)^{10}) = 0,3926$. No obstante, este valor es diferente a $(1/1,1)^{10} = 0,3855$. Como se observa, cuando simplemente se promedian las tasas individuales da como resultado un factor agregado menor con respecto a la situación en la cual se promedian las funciones de descuento.

En segundo lugar, el método establecido por Weitzman (2001) para determinar la tasa *ambiental* de descuento de largo plazo, a partir de la opinión de un grupo de economistas, es bastante práctico e incorpora lo que este autor llama la irreducible incertidumbre con respecto a las tasa de descuento en el análisis costo-beneficio de largo plazo. Este autor agrega las distintas tasas estimadas individualmente por medio de una función de probabilidades específica, en particular la llamada función gamma. De este

modo, el valor presente de los beneficios netos de un proyecto público se representa como:

$$VP = \int_0^{\infty} A(t)Z(t)dt \tag{1}$$

En este caso $A(t)$ es la ponderación de agregación de evaluación temporal individual, conocida en el análisis costo-beneficio como el factor de descuento, y $Z(t)$ representa el beneficio neto en el año t. Ahora, cuando la tasa de descuento es constante entonces el factor de descuento es $A(t) = e^{-\lambda t}$.

DOS SUPUESTOS PARA ESTIMAR LAS FUNCIONES DE DESCUENTO $A(t)$

Inicialmente, para simplificar el proceso, Weitzman (2001) supone que cada individuo j establece una ponderación de agregación de evaluación temporal individual igual a:

$$A(t) = e^{-x_j t} \tag{2}$$

Esta última expresión significa que los individuos descuentan los beneficios a una tasa constante, pues la función de descuento adquiere la forma exponencial. En segundo lugar, la variable x_j es una variable aleatoria cuya función de densidad de probabilidades $f(t)$, definida para todas las x positivas, adquiere la forma de la distribución gamma:

$$f(x) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\beta x} \tag{3}$$

Donde α y β son parámetros positivos que deben ser calculados a partir de los datos.

Antes de continuar, es bueno clarificar estos dos supuestos. El primero de ellos plantea que cada individuo conoce, y se siente cómodo, con la aproximación del descuento exponencial constante (Edwards, 2002b).¹⁶ Así, el desacuerdo entre los economistas,

¹⁶ Weitzman (2001) en su trabajo concluyó que “aunque todo el mundo crea en una tasa de descuento constante, la tasa de descuento efectiva declina fuertemente en el tiempo”.

según Weitzman (2001), es sólo sobre el valor adecuado de la tasa de descuento. De otro lado, el segundo supuesto, limita los valores de las tasas de descuento individuales a ser distribuidas como si fueran observaciones que siguen una distribución gamma. Al observar la ecuación (3) es claro que el problema se reduce a identificar los parámetros α y β .

LA TASA DE DESCUENTO EFECTIVA

Dadas las formulaciones anteriores, el valor presente de una unidad monetaria de beneficio neto adicional en el momento t será igual a:

$$A(t) \equiv \int_0^{\infty} e^{-xt} f(x) dx \quad (4)$$

$A(t)$ se denomina *la función de descuento efectiva para el tiempo t* . Puede verse, a partir de la ecuación (4), que lo que se promedia entre los individuos, con probabilidad en el tiempo, no son las tasas de descuento sino las funciones de descuento. Edwards (2002a) afirma que este procedimiento equivale a promediar el valor presente de los beneficios netos generados por los proyectos a las diferentes tasas para cada uno de los individuos. Ahora, de las ecuaciones (3) y (4) se obtiene la tasa de descuento instantánea $R(t)$ (llamada también la tasa de descuento efectiva marginal):

$$A(t) = \left(\frac{\beta}{\beta + t} \right)^{\alpha} \quad (5)$$

$$R(t) = - \frac{A'(t)}{A(t)} = \frac{\alpha}{\beta + t} \quad (6)$$

De la ecuación (6) es fácil deducir que la agregación de tasas de descuento constantes genera una tasa de descuento decreciente en el tiempo. Ahora, en una

función de probabilidades gamma la media y la varianza están relacionadas con α y β , de acuerdo a la siguiente relación:

$$\alpha = \frac{\mu^2}{\sigma^2} \quad (7)$$

$$\beta = \frac{\mu}{\sigma^2} \quad (8)$$

Ahora, sustituyendo (7) y (8) en la ecuación (5), la función de descuento puede expresarse como:¹⁷

$$A(t) = \frac{1}{\left(1 + t\sigma^2/\mu\right)^{\mu^2/\sigma^2}} \quad (9)$$

De otro lado, utilizando las ecuaciones (6) y (9) se puede obtener la tasa de descuento efectiva en términos de la media y la varianza de las tasas individuales (μ) y (σ^2), respectivamente.

$$R(t) = \frac{A'(t)}{A(t)} = \frac{\mu}{1 + t\sigma^2/\mu} \quad (10)$$

Weitzman (2001) aplicó este modelo a los datos reunidos por medio de una encuesta realizada a 2160 economistas destacados del mundo (de los 2800 a quienes inicialmente se les envió el cuestionario). Básicamente, la encuesta solicitaba a los individuos que dieran un valor a la tasa que se debía utilizar para descontar los beneficios y costos esperados de proyectos cuyo objetivo era mitigar los impactos del cambio climático global. Los resultados básicos de la aplicación del Weitzman muestran una media de 3,96% y una desviación estándar de 2,94 %, así como una tasa de descuento equivalente del orden de 1,75% por año.¹⁸ Esta última tasa se obtuvo desde el perfil temporal decreciente de la tasa de descuento. Dicho perfil está plasmado en la obtención de tasas

17 Según Weitzman (2001), la ecuación (9) es una formulación equivalente a una generalización del descuento exponencial. Es decir, el descuento exponencial puede ser visto como un caso particular del descuento gamma, en una situación limitante con un número de operaciones compuestas muy grande y donde σ se aproxima a cero.

18 En el estudio de Weitzman (2001) se modelaron también las respuestas de 50 economistas, definidos por el autor como los economistas más importantes de su muestra. En esta muestra se obtuvo como media y desviación estándar los valores $\mu = 4,09\%$ y $\sigma = 3,07\%$. Tales resultados son muy similares a los obtenidos para la muestra total.

de descuento por períodos de tiempo, a saber: de 1 a 5 años, de 6 a 25 años, de 26 a 75 años, de 76 a 300 años y, por último, de 300 años en adelante. Así, la tasa de descuento igual a 1,75% es la tasa equivalente a las distintas tasas de descuento estimadas para los diversos períodos de tiempo planteados.

En general, Weitzman (2001) concluye que la amplia extensión de la opinión de los economistas sobre la tasa de descuento significa que la sociedad debiera estar utilizando tasas de descuento efectivas que declinan desde un valor promedio de alrededor del 4% por año para el inmediato futuro hasta reducirse aproximadamente a una tasa de descuento igual a cero para el futuro muy distante. Además, este autor plantea que la declinación en las tasas sociales de descuento efectivas es suficientemente pronunciada, y desde bastante temprano, como para que se requiera la inclusión de esta característica de escala deslizante en cualquier análisis costo-beneficio de proyectos ambientales a largo plazo, como lo son los proyectos que buscan mitigar el cambio climático global.

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. Sin embargo, en la práctica, la recomendación frecuente desde la literatura del descuento intergeneracional ha sido que se debe utilizar como tasa social de descuento la llamada *tasa social de preferencia intertemporal*. Así, el debate actual ha girado alrededor de la tasa de descuento determinada a partir de la preferencia intertemporal del consumo.

Ahora, se ha expuesto que la tasa social de descuento determinada desde 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 otra parte, son diversos los estudios empíricos que han encontrado que los individuos descuentan a tasas decrecientes en el tiempo, es decir, descuentan el futuro hiperbólicamente, aplicando tasas de descuento anual más grandes para los rendimientos cercanas con respecto a las tasas que aplican a los rendimientos del futuro más lejano.

Ahora, agregar las opiniones de los economistas acerca de la tasa de descuento de largo plazo, promediando factores de descuento, y modelarlas bajo una función de densidad gamma parece, a primera vista, un artificio matemático. Sin embargo, esta forma de agregar las opiniones es razonable ya que equivaldría a aplicar un proceso en el cual se establece un promedio de las diferentes percepciones que tienen los individuos sobre el valor presente de los proyectos.

En segundo lugar, como ya lo afirmado Edwards (2002b), la función de descuento que resulta, $A(t)$, es una función hiperbólica generalizada. Por tal razón, se presentaría un problema de inconsistencia temporal, pues no se debe suponer que el decrecimiento será constante en el tiempo y que, además, se dará a partir de los mismos períodos. Así, si los individuos creen en una tasa constante para siempre –lo que en la literatura económica se conoce como consistencia temporal– entonces todos los años habría que revi-

sar el primer año, el cual siempre muestra la media simple de las distintas tasas de descuento individuales. Ahora, esto es algo que tiene explicación desde la teoría económica, pues el que no haya consenso entre los economistas puede equivaler al resultado de procesos en los cuales las preferencias colectivas presentan problemas de intransitividad. Al respecto, Edwards (2002a) afirma que este resultado puede interpretarse como la consecuencia de una falla en el mercado de capitales que no permite arbitrar las diferencias de opinión entre distintos individuos respecto a la tasa de interés.

Finalmente, dos son las principales recomendaciones: en primer lugar, se recomienda la utilización de tasas de descuento decrecientes en el tiempo para la evaluación de proyectos con impacto ambiental en Colombia, pues se cumplen las condiciones establecidas por Cropper y Laibson (1999) en cuanto a separabilidad en la producción de servicios ambientales

frente a bienes privados, la sustitución imperfecta entre los mismos y, por último, el control estatal sobre la gestión del medio ambiente y los recursos naturales.

En segundo lugar, las instituciones públicas responsables de la gestión ambiental en Colombia deben acelerar los esfuerzos por valorar económicamente los bienes y servicios ambientales afectados por proyectos públicos y privados, pues con ello podría atenuarse un poco la influencia de la tasa de descuento en el análisis costo-beneficio. Sin embargo, mientras las instituciones ambientales en Colombia se fortalecen técnicamente para emprender dicha tarea, la propuesta de la utilización de tasas sociales de descuento decrecientes en el tiempo, determinadas a partir de las propuestas aquí establecidas, son una opción importante para mitigar las dificultades que enfrenta hoy el país en materia de cuantificación económica de los costos y beneficios ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- Ainslie, G. *Picoeconomics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.
- Almansa, M. y R. Calatrava. "Integración de la dimensión ambiental en la evaluación económica de inversiones: discusión metodológica sobre el análisis coste-beneficio generalizado". Comunicación presentada al IV Congreso Nacional de Economía Agraria. Pamplona, 2001.
- Arrow, K., *et al.* "Intertemporal Equity, Discounting, and economic Efficiency". IPCC (editors). *Economic and Social Dimensions of Climate change*. Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- Arrow, K. "Discounting, Morality and Gaming". Portney, P., Weyant, J., (ed.). *Discounting and Intergenerational Equity*. Washington: Resources for the Future, 1999.
- Azar, C. y T. Sterner. "Discounting and distributional considerations in the context of global warming". *Ecological Economics* 19. (1996): 169-184.
- Barro, R. y X. Sala-i-Martin. *Economic Growth*. Cambridge: Massachusetts, The MIT Press, 1999.
- Becker, G. y C. Mulligan "The Endogenous Determination of Time Preference". *Quarterly Journal of Economics* 112. (1997): 729-758.
- Bohm-Bawerk, E. *The Positive Theory of Capital*. South Holland: Libertarian Press, 1959.

- Caplin, A. y J. Leahy. *The Social Discount Rate*. Discussion Paper.137 (2001). Institute for Empirical Macroeconomics. Federal Reserve Bank of Minneapolis. January.
- Cline, W. "Discounting for the Very Long Term". Portney, P. Weyant, J. (ed.) *Discounting and Intergenerational Equity*. Washington: Resources For the Future, 1999.
- Correa, F. *Evaluación económica de impactos ambientales: una guía metodológica para la determinación de la tasa social de descuento*. Medellín: Editorial Universidad de Medellín, 2007.
- Cropper, M., et al. "Discounting Human Lives". *American Journal of Agricultural Economics* 73. (1999): 1410-1415.
- Cropper, M. y D. Laibson. "The Implications of Hyperbolic Discounting for Project Evaluation". Portney, P., Weyant, J. (ed.) *Discounting and Intergenerational Equity*. Washington: Resources For the Future, 1999.
- Cruz, S. y M. Muñoz. "Some Considerations on the Social Discount Rate". *Environmental Science & Policy* 8. (2005): 343-355.
- Dasgupta, P. "Resource Depletion, Research and Development and the Social Rate of Discount". Lind, R. (ed.), *Discounting for time and risk in energy policy*. Baltimore: John Hopkins Press, 1982.
- Dasgupta, P. *Human Well Being and the Natural Environment*. London: Oxford University Press, 2001.
- Diamond, P. "The Evaluation of Infinite Utility Streams". *Econometrica* 22. (1965): 170-177.
- Dinwiddy, C. y F. Teal. *Principles of Cost-benefit Analysis for Developing Countries*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- Edwards, G. *La tasa de Descuento en proyectos de largo plazo*. Documentos de trabajo, No. 231, Noviembre, Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2002a.
- . *The effect of a Constant or a Declining Discount Rate On Optimal Investment Timing*, Documentos de trabajo. 227. Octubre, Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2002b.
- Elster, J. *Sour Grapes: Studies in the subversion of Rationality*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- González, J. y A. Pecha. "Tasa de preferencia intertemporal, equilibrio y estabilidad en los modelos de crecimiento neoclásico". *Cuadernos de Economía* 32. (2000).
- Hicks, J. *Valor y capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1989.
- . *Métodos de economía dinámica*. México: Fondo de Cultura Económica, 1989.
- IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change). *Economic and Social Dimensions of Climate change*. Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- Koopmans, T. "Stationary Ordinal Utility and Impatience". *Econometrica* 28. (1960): 287-309.
- Laibson, D. *Hyperbolic Discount Functions, Undersaving, and Savings Policy*. National Bureau of Economic Research NBER: Working Paper 5635. (1996).
- Lind, R. (ed.). *Discounting for Time and Risk in Energy Policy*. Washington: Resources For the Future, 1982.
- Loewenstein, G. y T. O'Donoghue. "Time Discounting and Time Preference: A Critical Review". *Journal of Economic Literature* XL (2002): 351-401.

- Loewenstein, G. y D. Prelec. "Anomalies in Intertemporal Choice: Evidence and Interpretation". *Quarterly Journal of Economics* 57. (1992): 573-598.
- Marini, G. y P. Scaranozzino. "Social Time Preference". *Journal of Population Economics* 13. 4. (2000): 28- 40.
- Newell, R. y W. Pizer. "Discounting the distant future: how Much do uncertain rates increase valuations?". *Journal of Enviromental Economics and Management* 46. (2003): 52-71.
- Phelps, E. y R. Pollak. "On Second-Best National Saving and Game Equilibrium Growth". *Review of Economic Studies* 35. (1968): 185-199.
- Portney, P. y J. Weyant. (ed.) *Discounting and Intergenerational Equity*. Washington: Resources For the Future, 1999.
- Ramsey, F. "A Mathematical Theory of Saving". *Economic Journal* 38. (1928): 543-559.
- Rabl, A. "Discounting of long-term costs: What would future gnerations prefer us to do?" *Ecological Economics* 17. 3. (1996): 137-145.
- Reinschmidt, K. "Agregate Social Discount Rate Derived from Individual Discount Rates". *Management Science* 48. 2. (2002): 207-312.
- Roelofsma, P. "Anomalies in intertemporal choice". *Acta Psicológica* 93. (1996): 1-3.
- Shackle, G. *Epistemics and Economics, a critique of economic doctrines*. Cambridge: Cambridge University Press, 1972.
- Strotz, R. "Myopia and Inconsistency in Dynamic Utility Maximization". *Review of Economic Studies* 23. (1956): 165-180.
- Varian, H. *Microeconomía Intermedia*. (5 ed.). Barcelona: Antoni Bosch editor-Alfaomega editores, 1999.
- Weitzman, M. "Gamma Discounting". *American Economic Review* 91. 1 (2001): 261-271.