

LA SOSTENIBILIDAD EN LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL*

Joan PASQUAL y Guadalupe SOUTO

Departament d'Economia Aplicada

Universitat Autònoma de Barcelona

ABSTRACT

La sostenibilidad es el objetivo que muchas disciplinas se han marcado para tratar de resolver el problema de la degradación ambiental, que es, en esencia, un problema de externalidades entre generaciones distintas. En este trabajo se analizan las razones por las que las soluciones clásicas a las externalidades no funcionan en el ámbito intergeneracional. Las conclusiones son, por una parte, que es necesaria una redistribución intergeneracional de los derechos de propiedad sobre los recursos naturales y, en consecuencia, el diseño del marco institucional adecuado para su cumplimiento. En segundo lugar, que es preciso perfeccionar el cálculo de los costes y beneficios que afectan a generaciones distintas cuando éste sea oportuno, como puede ser el caso de una eventual compensación por la utilización de recursos no renovables.

* Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación más amplio financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, proyecto nº BEC2000-415, y por la Generalitat de Catalunya, proyecto nº 2001SGR-00160.

1. Introducción

La necesidad de mejoras en la gestión medioambiental, después de varias décadas de arduo debate en la literatura, está ya fuera de duda. La evidencia de que las funciones del medio en el desarrollo económico están siendo sobreutilizadas es clara, con consecuencias tan graves como la pérdida de biodiversidad, el agotamiento de recursos renovables por sobreexplotación, o la destrucción de la capa de ozono. Es ya un importante paso que el problema sea reconocido como tal, y que difícilmente su solución vendrá de la mano del crecimiento económico, como presupone por ejemplo la teoría de la curva de Kuznets ambiental (EKC). Dicha teoría mantiene que la relación entre la calidad ambiental y el la renta per capita tiene la forma de U invertida que Kuznets (1955) había postulado para la desigualdad de la renta. La EKC fue formulada inicialmente para el caso concreto de ciertos contaminantes, pero sólo ha mostrado ser cierta para algunos muy concretos, como las emisiones de sulfuros, con efectos locales y de bajo coste de reducción, aunque incluso en este caso con ciertas reticencias, pues depende de cuál sea el modelo considerado (Stern and Common, 2001). Algunos economistas como Beckerman (1992) ampliaron la aplicación de la EKC a la calidad ambiental en general, si bien desde el principio ha habido importantes críticas a esta generalización como las Arrow et al (1995) o Common (1995). Otros autores como Martínez-Alier (1994) cuestionan que el medio ambiente pueda considerarse como un bien de lujo, hipótesis que sustenta la EKC y que ya Beckerman (1974, p.49) había planteado asegurando que “...the heart of the matter is that the anti-growth movement and the excessive concern with the environment is basically middle-class”. Kristöm and Riera (1996) realizaron un estudio basados en la disposición a pagar por mejoras de la calidad ambiental para diferentes países europeos, y encontraron evidencia empírica de que la elasticidad de las mejoras en la calidad ambiental es inferior a la unidad, lo que contradice también su definición como bienes de lujo. En definitiva, la hipótesis de que el crecimiento económico es la vía por la que se solucionarán los problemas medioambientales, no parece acertada.

Gran parte de los problemas relacionados con el medio ambiente, y en especial los de mayor gravedad, tienen la característica común de que es a medio o largo plazo cuando se dejan sentir sus perversos efectos sobre el desarrollo humano. Eso significa que afectan, con toda probabilidad, a individuos que poco o nada han tenido que ver con la decisión que los provocó. Por lo tanto, se trata de externalidades en el ámbito intergeneracional cuya solución pasará necesariamente por la incorporación de los intereses de las generaciones futuras al análisis. Este es, en el fondo, el argumento último en el que se basa el conocido requisito de sostenibilidad, la consideración del bienestar de las generaciones futuras. El Brundtland Report of the World Commission on Environment and Development (WCED, 1987 p.8) definió el desarrollo sostenible como aquel que permite “meeting the needs of the present without compromising the ability to future generations to meet their own needs”. Se trata, sin embargo, de una definición muy amplia, que ha dado lugar a diferentes interpretaciones. Pezzey (1992) recogió cincuenta definiciones

distintas, y unos años más tarde (Pezzey 1997, p. 48), el mismo autor reconocía que podrían encontrarse cinco mil, y que una definición de consenso es “no more likely to found than an elixir to prolong life indefinitely”.

Aun así, el reconocimiento del problema medioambiental es cada vez más general. La necesidad de incorporar las generaciones futuras al análisis cumpliendo con el principio de sostenibilidad como requisito imprescindible para su solución, también. Sin embargo, permanecen todavía abiertos importantes focos de debate. No hay acuerdo en cuanto al objetivo a lograr, porque no existe una definición inequívoca de sostenibilidad. Y, en consecuencia, tampoco hay acuerdo en cuánto a las medidas para alcanzarla. La propuesta de soluciones pasa necesariamente por un estudio de las características concretas del problema. Por ello la estructura del trabajo es la siguiente. En la Sección 2 se analiza el problema medioambiental y se define como un problema de efectos externos entre generaciones. Asimismo se estudian los límites de las soluciones clásicas a las externalidades, especialmente cuando tienen lugar en el ámbito intergeneracional. En la Sección 3 se estudian las deficiencias de los métodos de cálculo tradicionales de los costes y beneficios asociados a los proyectos y políticas públicas cuando éstos afectan a varias generaciones, y se propone la utilización de un método alternativo que considera explícitamente la existencia de generaciones. A través de un sencillo ejemplo se muestra que las diferencias en los resultados pueden ser importantes. En la Sección 4, después de discutir brevemente la definición de sostenibilidad, se estudian distintas formas de reparto de los derechos de propiedad sobre los recursos entre generaciones presentes y futuras, para derivar en cada caso las condiciones en las que se garantizaría su uso sostenible. Finalmente, en la Sección 5 se resumen las principales conclusiones obtenidas.

2. Definición del problema: las externalidades intergeneracionales

El problema fundamental en la asignación de los recursos naturales es la presencia de fuertes efectos externos, tanto en el ámbito intrageneracional como intergeneracional. A su vez, dichas externalidades son debidas a que el medio ambiente en general, o cada recurso natural en particular, es un commons. Desde un punto intrageneracional, un commons puede gestionarse sin libre acceso, y éste en todo caso quedaría limitado a cierto número de individuos. Sin embargo, intergeneracionalmente, el medio ambiente es un commons de libre acceso para cada una de las generaciones, de manera que “*each generation is a succesive dictartorship of the present*” (Page, 1997 p. 587). Como en cualquier otro tipo de externalidad, sus causantes, en este caso las generaciones presentes (GP), no tienen incentivos para comportarse de acuerdo con los que es mejor para el conjunto, porque únicamente reciben una parte ínfima de los costes de sus acciones, y en cambio recogen todo el beneficio a corto plazo. Probablemente, cada agente es consciente de las consecuencias finales de su comportamiento individual, y también de cuál

debería ser su actitud de cara a lograr el óptimo social. Sin embargo, no estará dispuesto a adoptarla si no existe algún tipo de garantía de que el resto hará lo mismo. En definitiva, cada agente se enfrenta a una situación similar a la descrita en el dilema del prisionero, en que la peor de las soluciones para el conjunto de la sociedad constituye una estrategia dominante para todos los participantes en el 'juego'.

Cuando se examina la abundante y rigurosa literatura sobre la teoría de las externalidades, es casi inevitable pensar que, al menos sobre el papel, el problema ya tiene solución. Sin embargo, cuando se introducen a las generaciones futuras (GF) en el análisis, el proceso de internalización de los efectos externos tropieza con serias dificultades. Para la internalización de los efectos externos intergeneracionales, bastaría con que la asignación de los recursos naturales se realizara bajo el *velo de la ignorancia* de Rawls (1971). De esta forma los individuos tomarían las decisiones sin saber en ningún momento a qué generación van a pertenecer, quedando garantizada la imparcialidad. Puesto que esta solución difícilmente se puede arbitrar en la práctica cuando se trata de generaciones distintas (los individuos que tomen la decisión saben perfectamente a qué generación pertenecen), necesariamente debe acudirse a vías alternativas. A continuación se analizan dos de las más acreditadas, la solución de Pigou (1932) y de Coase (1960).

Considérese en primer lugar la solución que propone la internalización de los efectos externos mediante impuestos o subvenciones, o solución pigouviana. La introducción de un impuesto igual al coste marginal externo que se provoca a las GF, exige la valoración económica de dicho coste. Como se analizará con detalle en la Sección 3, existen problemas de cálculo de los costes (beneficios) que afectan a las GF. Los métodos tradicionales de actualización, como el Valor Actual Neto (VAN), adoptan el *supuesto de inmortalidad*. Es decir, prima en todo momento la perspectiva de las generaciones presentes (GP), sin tener en cuenta que los costes o beneficios pueden afectar a generaciones distintas. De este modo, es fácil que se infravaloren costes de gran magnitud, pero que se prevé tengan lugar en un futuro que para las GP es muy lejano. Si el coste externo no está correctamente valorado, difícilmente podrá diseñarse el impuesto pigouviano que permite su internalización.

Por otra parte, está claro que la introducción de un impuesto pigouviano provocará un incremento de los precios al consumidor, con la consiguiente reducción de demanda. Este aumento de precios puede no suponer un problema grave en los mercados locales, pero no ocurre lo mismo cuando se trata de productos que compiten en el mercado internacional. Muchos países podrían preferir una modesta ganancia en su cuota de mercado a una mayor internalización de los costes externos provocados por sus productores. En unos mercados cada vez más globalizados, se puede esperar que los impuestos pigouvianos no se apliquen a todos los productos y que, en todo caso, sean muy inferiores al óptimo. El problema se agravaría todavía más si se trata de costes externos que afecten principalmente a las GF. En este caso, la aplicación de la solución *à la Pigou* depende exclusivamente de la voluntad de los gobiernos

para incluir el bienestar de individuos no presentes en la toma de decisiones sociales. Voluntad que se verá fuertemente condicionada por el hecho de que “*the votes of this generation’s electorate are more valuable than the votes of the next generation’s*” (Price, 1993 p. 117).

Considérese ahora la solución a través de la redistribución de los DDP y su asignación mediante el mecanismo de mercado, o solución *à la Coase*. En ausencia de costes de transacción se llegaría a producir la cantidad eficiente independientemente de cómo se repartan inicialmente los DDP, siendo la única diferencia el distinto impacto distributivo. Ahora bien, este reparto será especialmente relevante en el caso habitual de que los costes de transacción no sean nulos. Si las GP tienen todos los DDP, la cantidad de externalidad negativa provocada a las GF será ineficiente por exceso. Mientras que ocurrirá lo contrario si son las GF las que disponen de los DDP. En cualquier caso, para que la solución de Coase pueda funcionar, necesariamente tiene que haber una negociación entre las partes implicadas, los causantes del coste externo (las GP) y sus receptores (las GF), lo cual pone sobre el tapete la necesidad del diseño de algún tipo de institución que actuase a modo de representante de las GF. En el hipotético caso de que la negociación pudiese realizarse con mínimas garantías, quedaría aún por discutir si es aceptable cualquier reparto de los DDP entre generaciones. Si bien la eficiencia podría conseguirse, el resultado en términos de equidad distributiva sería distinto. Hablar de equidad intergeneracional es, sin embargo, entrar en un terreno en el que las definiciones totalmente objetivas simplemente no existen, como ocurría en el caso de la sostenibilidad. De hecho, ambos conceptos íntimamente relacionados. Siguiendo la definición del WEDR, la sostenibilidad es una condición necesaria para que pueda lograrse la equidad.

Hasta aquí se han examinado los límites de las soluciones clásicas más acreditadas a las externalidades cuándo éstas afectan a varias generaciones, como suelen ser las relacionadas con el medio ambiente. En las Secciones siguientes se profundiza en dos de los principales problemas mencionados, el error en el cálculo de los costes y beneficios externos que afectan a las GF y el reparto intergeneracional de los DDP sobre los recursos naturales.

3. Problemas de cálculo: la necesidad del descuento intergeneracional

Se ha discutido mucho sobre la relevancia y el papel del descuento en la evaluación de los costes y beneficios relacionados con el medio ambiente (ver por ejemplo Markandya and Pearce, 1988), precisamente porque sus efectos suelen prologarse en el tiempo, y por lo tanto la aplicación de una tasa de descuento más o menos alta puede cambiar notablemente su valoración presente. Es cierto que el descuento no es el culpable de todos los problemas, y que ni siquiera es la cuestión clave en el tratamiento de la degradación ambiental y la búsqueda del desarrollo sostenible (Neumayer, 1999). Sin embargo, puede ser importante valorar los costes (beneficios) que, como consecuencia de una actuación en el

presente, tengan lugar en el futuro. Así por ejemplo, si se pretenden utilizar impuestos pigouvianos como tratamiento a cierto tipo de externalidades, necesariamente debe valorarse el coste externo. También en el caso en que se acepte una posible compensación a las GF por la utilización presente de un cierto recurso es necesario actualizar.

Al considerar los intereses de las GF no sólo se va a ver afectado el modo de tomar decisiones, sino también la forma de valorar los impactos de las mismas. Los métodos tradicionales de evaluación de proyectos, valor actual neto (VAN) y tasa interna de rendimiento (TIR) no son del todo correctos, porque no tienen en cuenta la existencia de generaciones. El VAN y la TIR computan los costes y los beneficios como si afectasen únicamente a los individuos actuales, los que toman la decisión. Este comportamiento sería válido si se tratara de individuos de vida ilimitada *-supuesto de inmortalidad-* o bien si se tratase de un proyecto de muy corta duración. En otro caso, los impactos afectarán también a individuos que ahora están por nacer, y por lo tanto deberían tenerse en cuenta sus intereses de manera explícita. Para ello, el VAN debería calcularse para cada generación por separado, tomando el período en el que nacen como momento inicial, tal y como propuso Kula (1988). Posteriormente, los VAN generacionales se agregarán para obtener el VAN total en el cual debe basarse la decisión.

Un sencillo ejemplo permite ilustrar cómo puede variar la rentabilidad de un proyecto cuando se considera explícitamente la existencia de generaciones. Sea una sociedad que en el período presente ($t = 0$) está compuesta por dos individuos (o dos generaciones) A y B, que viven durante dos períodos. A es un individuo viejo, nacido en $t = -1$, mientras que B es joven y ha nacido en $t = 0$. Cada individuo tiene un hijo en el segundo período de su vida, justo antes de morir. Así, A' es hijo de A y nace en $t = 1$, B' es hijo de B y nace en $t = 2$, A'' es hijo de A' y nace en $t = 3$, y así sucesivamente. Se plantea estudiar la rentabilidad de un proyecto de inversión en infraestructura como el definido en la Tabla 1. Se requiere una inversión en el período inicial ($t = 0$) de 2 unidades monetarias (u.m.), que genera unos beneficios netos anuales de 2 u.m. en los tres períodos siguientes ($t = 1, 2, 3$). Suponiendo una tasa social de descuento del 100% anual ($r = 1$), el VAN de este proyecto, referido al período inicial ($t = 0$), resulta de -0.25 . Por lo tanto, el proyecto debería rechazarse.

Tabla 1. Definición de un proyecto y cálculo del VAN tradicional

t	0	1	2	3	$VAN_0 (r = 1)$
BN	-2	2	2	2	-0.25

BN es el beneficio neto generado por el proyecto en cada período.

$VAN_0 (r=1)$ es el valor actual neto referido al período 0 con una tasa de descuento anual del 100%.

El proyecto, sin embargo, afecta a diferentes generaciones, y es ilustrativo examinar cómo afecta a cada individuo en función de la generación a la que pertenece. Supóngase que tanto los costes como los

beneficios se reparten a partes iguales entre los individuos presentes en cada período. Como se muestra en la Tabla 2, A es un perdedor neto, porque ha de asumir la mitad del coste inicial del proyecto sin recibir a cambio ningún beneficio. B también pierde, a pesar de que recibe beneficios en el segundo período. Los demás individuos por su parte, descendientes de A y B son ganadores netos porque únicamente perciben beneficios, sin tener que asumir ningún coste. Si la toma de decisiones es democrática el proyecto será rechazado desde el punto de vista de las GP (las que toman la decisión), porque la suma del VAN(A) y el VAN(B) es negativa (-1.5). Además, aunque parece que se tienen en cuenta a las GF, el resultado continúa siendo negativo en términos de VAN (-0.25), por lo tanto el proyecto no es rentable.

Pero el planteamiento anterior, aun siendo el habitual no puede considerarse correcto, porque la actualización de flujos se realiza exclusivamente desde la perspectiva de las GP. El período 0 es el inicial para los individuos A y B, pero no para los demás, que todavía no han nacido. El período inicial es el 1 para A', el 2 para B' y el 3 para A''. El VAN para cada individuo referido a su correspondiente momento inicial (VAN_i) se obtiene en la última columna de la Tabla 2. El cálculo del VAN para las GP (A y B) permanece invariable. Sin embargo, para todas las GF afectadas (A', B' y A'') se obtiene un VAN superior al que se obtenía bajo el supuesto de inmortalidad.

Tabla 2. Valor Actual Neto desagregado por generaciones

	período inicial (<i>i</i>)	0	1	2	3	$VAN_0(r=1)$ supuesto inmortalidad	$VAN_i(r=1)$ <i>i</i> = período inicial para cada generación
A	0	-1				$VAN_0(A) = -1.00$	$VAN_0(A) = -1.00$
B	0	-1	1			$VAN_0(B) = -0.50$	$VAN_0(B) = -0.50$
A'	1		1	1		$VAN_0(A') = 0.75$	$VAN_1(A') = 1.50$
B'	2			1	1	$VAN_0(B') = 0.38$	$VAN_2(B') = 1.50$
A''	3				1	$VAN_0(A'') = 0.12$	$VAN_3(A'') = 1.00$
Total		-2	2	2	2	$VAN_0 = -0.25$	<i>No agregable</i>

La cuestión es averiguar si en conjunto la sociedad gana o pierde con el proyecto. En nuestra opinión no sería correcto sumar los costes y beneficios de generaciones distintas como propone Kula (1988), porque ello implica indiferencia entre el consumo de una u otra generación. Nijkamp and Rouwendal (1988) proponen una suma ponderada de los VAN_i , siendo la ponderación el social weight attached to los beneficios netos obtenidos por cada generación en el momento *i*. La suma de todas las ponderaciones sería la unidad, y en el caso particular de que la ponderación correspondiente al VAN de la primera generación fuese uno (y por consiguiente todas las demás nulas), el resultado coincidiría con el del VAN tradicional.

Lo que se precisa es una forma de agregar los beneficios netos pertenecientes a generaciones distintas que sea consistente con las preferencias. De hecho, los individuos no sólo tienen preferencias definidas sobre consumo propio actual y futuro, sino también entre consumo propio y consumo de sus descendientes¹. Supóngase, en nuestro ejemplo, que cada individuo tiene preferencias definidas sobre su consumo propio y el de su descendiente, de forma que descuenta éste último a una tasa R , la tasa de descuento intergeneracional. Teniendo en cuenta estas preferencias, al beneficio que recibe un individuo habrá que añadirle el que recibirá su hijo, descontado a la tasa R . Denominemos valor actual neto generacional ($VANG$) al VAN para un individuo incorporando sus preferencias por el consumo de su primer descendiente. Así, el $VANG$ para A se referirá al período 0 y será la suma del suyo propio y el de su hijo A' referido al período 1 y descontado a la tasa R ,

$$VANG_0(A) = VAN_0(A) + \frac{VAN_1(A')}{1+R} \quad [1]$$

Al mismo tiempo A' tendrá preferencias definidas sobre el consumo de su hijo A'' , que también se ve afectado por el proyecto. Por lo tanto, también es preciso calcular el $VANG$ correspondiente al individuo A' , que será la agregación del suyo propio y el de A'' descontado también según R , y referido al momento $t = 1$,

$$VANG_1(A') = VAN_1(A') + \frac{VAN_2(A'')}{1+R} \quad [2]$$

Sustituyendo [2] en [1] se obtiene el VAN generacional del proyecto para A y todos sus descendientes afectados por dicho proyecto, que resulta,

$$VANG_0(A) = VAN_0(A) + \frac{VAN_1(A')}{1+R} + \frac{VAN_2(A'')}{(1+R)^2} \quad [3]$$

De la misma forma puede obtenerse el $VANG_0$ para B . Finalmente el VAN generacional total, es decir el valor actual neto del proyecto para las generaciones presentes en el momento 0 teniendo en cuenta las preferencias por el consumo de sus descendientes será,

¹ Agee and Crocker (1996 y 2002) han realizado estimaciones empíricas de la tasa de descuento intergeneracional, basándose en las decisiones de inversión que toman los padres en el bienestar futuro de sus hijos.

$$VANG_0 = VANG_0(A) + VANG_0(B) = -1.5 + \frac{3}{1+R} + \frac{1}{(1+R)^2} \quad [4]$$

En nuestro ejemplo, el $VANG_0$ tomaría un valor máximo de 2.5 (cuando $R = 0$), y seguiría siendo positivo, y por lo tanto contradiciendo al VAN tradicional, para cualquier R inferior al 129 por ciento. Por lo tanto, en la actualización de costes y beneficios es de vital importancia tener en cuenta si afectan a generaciones distintas, como es el caso de muchos efectos sobre el medio ambiente. En este caso, si quiere estimarse dicho efecto sobre las generaciones futuras, el VAN tradicional no es el instrumento adecuado. La actualización debe incorporar explícitamente la existencia de diferentes generaciones afectadas, calculando el beneficio neto para cada una de ellas por separado, y posteriormente agregándolos teniendo en cuenta las preferencias de las generaciones presentes en el momento inicial por el consumo de sus descendientes.

4. El reparto intergeneracional de los derechos de propiedad sobre el medio ambiente

El segundo de los problemas a la hora de afrontar la solución de las externalidades medioambientales, es la necesidad de incorporar consideraciones de equidad intergeneracional. El reparto de los derechos de propiedad entre generaciones es relevante para el resultado final, y el objetivo de esta Sección es mostrarlo. Por ello se examinarán diferentes posibilidades así como sus consecuencias de cara al logro del requisito de sostenibilidad. Antes, de nuevo es necesario volver a la discusión sobre el significado del término sostenibilidad, o si se prefiere, de equidad intergeneracional. Howarth (1997) se inclina por definir la sostenibilidad como igualdad de oportunidades para todas las generaciones, de manera que la sostenibilidad es una condición necesaria para la equidad. La igualdad de oportunidades puede interpretarse como mantener constante the earth's resource base. Ahora bien, falta discutir qué es exactamente the earth's resource base, y si nos referimos a su stock total o a su valor cuando hablamos de mantenerla constante. La denominada sostenibilidad débil (WS), paradigma basado en los trabajos de Solow (1974) y Hartwick (1977), asume la sustituibilidad entre capital natural y capital man-made. La WS se define habitualmente como la no disminución del valor del stock total de capital de la economía, (Neumayer, 1999). Cabeza (1996) la define, por su parte, como la no disminución del consumo o riqueza per capita. En contraposición a esta idea ha surgido el paradigma de la sostenibilidad fuerte (SS), que Neumayer (1999) atribuye en su origen a Pearce et al (1989), y que duda de la sustituibilidad entre los dos tipos de capital.

En su trabajo, Howarth (1997, p. 69) considera que la igualdad de oportunidades entre generaciones puede alcanzarse “endowing future generations with a structured bequest package that

includes reproduced capital, technological capacity, natural resources and environmental quality”. De esta manera, la sustituibilidad del capital natural se admite bajo la condición de que constituya un cambio Pareto superior desde el punto de vista intergeneracional. La idea de Howarth parece atractiva y razonable. La posibilidad de sustituir los recursos no renovables, como los minerales, depende de factores en su mayoría controlables por el hombre, como el progreso tecnológico. Incluso su utilidad podría variar significativamente con el paso del tiempo. La sal fue en el pasado un recurso de valor relativo muy superior al actual, utilizada incluso por algunas civilizaciones como moneda. Si dichas civilizaciones limitaron el consumo de sal pensando en nosotros, la pérdida global de bienestar es evidente. También podría ocurrir, claro está, el caso contrario, es decir, que las generaciones pasadas hubiesen dilapidado recursos cuya utilidad actual fuese más elevada. Ese era el sentimiento de Plinio el Viejo ya en el s. I al escribir *“cuando uno piensa esto, siente una gran vergüenza incluso de las generaciones pasadas. Se conservan decretos de los censores que prohíben servir en las cenas papadas de cerdo, lirones y otras cosas que no merece la pena citar; en cambio no se promulgó ninguna ley que prohibiera importar mármoles y cruzar los mares por este motivo”* (Plinio el Viejo, *Natural History*, XXXVI [4])².

Sin embargo, cierto tipo de capital natural es claramente insustituible, como la capa de ozono, la biodiversidad o el clima, entre otros. Es en este tipo de recursos donde el objetivo de la SS, entendida como la no disminución del stock disponible, debería preocupar de manera especial. En este caso, la SS no significa no poder explotar el recurso, sino no destruirlo, lo que incluye modificar sus características básicas de forma sustancial.

En esta Sección se plantea la cuestión de cuál debe ser el reparto de los DDP de los recursos naturales entre las diferentes generaciones para conseguir la sostenibilidad. La respuesta es que otorgarlos todos a las GF es una condición suficiente aunque no necesaria para la equidad intergeneracional. Dependiendo del tipo de recurso, otros factores como la posible rentabilidad por la explotación del recurso y la propensión al consumo de las GP pueden tener un papel en el logro de la sostenibilidad.

Sea una cantidad de recurso Q_0 , susceptible de ser explotado y producir una rentabilidad anual q , de forma que en el período 1 se dispondría de una cantidad de recurso Q_1 ,

$$Q_1 = (1 + q) Q_0 \quad [5]$$

Analicemos a continuación distintas posibilidades de reparto intergeneracional de los DDP sobre dicho recurso.

² Cita original en latín, *Naturae Historiae*, XXXVI [4] “Ingens ista reputantem subit etiam antiquitatis rubor. exstant censoriae leges Claudianae in cenis glires et alia dictu minora adponi vetentes: marmora invehī, maria huius rei causa transiri quae vetaret, lex nulla lata est”.

Caso I. DDP exclusivos de las GP

“las generaciones pasadas ya no están, y las que han de venir vendrán porque nosotros queremos que vengan. El mundo, dicho con cierta brutalidad, nos pertenece a los que ahora vivimos en él y a nadie más” (Mas-Colell, 1994 p. 20).

Las GP, como propietarias exclusivas, tienen derecho al consumo y la explotación del recurso en aras a la maximización de su propio beneficio. De la riqueza total obtenida con la explotación consumirán una proporción h y dejarán el resto a sus descendientes. Es decir, el consumo de las generaciones presentes en el período 1 (C_{GP}) y la cantidad disponible para las generaciones futuras (D_{GF}) serán respectivamente,

$$C_{GP} = hQ_1 = h(1+q)Q_0 \quad [6]$$

$$D_{GF} = (1-h)(1+q)Q_0 \quad [7]$$

En particular, las GP tendrían derecho a consumir todos los recursos disponibles ($h = 1$). La sostenibilidad, sin embargo, exige que la cantidad de recurso disponible para las GF sea igual o superior al stock inicial, esto es,

$$(1-h) Q_1 \geq Q_0 \quad [8]$$

La propensión al consumo de las GP en cada período, el parámetro h , dependerá de diversos factores como la renta total disponible. Pero al mismo tiempo reflejará también las preferencias de las GP por su consumo propio frente al consumo de sus descendientes, es decir, de la tasa intergeneracional de descuento (R). Sustituyendo [5] en [8] se obtiene que una condición suficiente para garantizar la sostenibilidad, cuando todos los DDP pertenecen a las GP, es que la tasa de rentabilidad de la explotación del recurso sea igual o superior a la relación entre la propensión al consumo de las GP y la proporción de bienes que legan a sus descendientes,

$$q \geq \frac{h}{1-h} \quad [9]$$

Cuanto mayor sea la propensión al consumo de las GP, mayor debe ser también la tasa de rentabilidad del recurso para que pueda garantizarse la sostenibilidad. Lógicamente, si h es nula la sostenibilidad queda garantizada en todos los casos, incluso con una q también nula. En el otro extremo ($h = 1$), no existe ninguna q que pueda cumplir el requisito de sostenibilidad, puesto que sea cual sea el rendimiento del recurso, las GP lo consumirían en su totalidad.

Caso II: DDP exclusivos de las generaciones futuras (GF)

“*The Earth belongs in usufruct to the living*” T. Jefferson

Si las propietarias del recurso son las GF, las GP tienen únicamente el derecho de uso (no consuntivo) y explotación del recurso. Es decir, las GP pueden explotar el recurso y disponer de la renta obtenida, quedando para las GF la riqueza inicial (Q_0) y en su caso el legado de sus ascendientes,

$$C_{GP} = h q Q_0 \quad [10]$$

$$D_{GF} = Q_0 + (1-h) q Q_0 \quad [11]$$

La condición de sostenibilidad sería en este caso,

$$Q_0 + (1-h) q Q_0 \geq Q_0 \quad [12]$$

Que se cumplirá siempre que la rentabilidad en la explotación del recurso sea no negativa,

$$q \geq 0 \quad [13]$$

Es decir, en este caso, la eficiencia en la explotación de los recursos naturales sería suficiente para garantizar la igualdad de oportunidades entre generaciones.

Caso III: reparto de los DDP entre las distintas generaciones

Una tercera posibilidad es considerar algún tipo de reparto de los DDP entre las distintas generaciones. A las GP les correspondería una proporción p . En este caso, en el período 1 el reparto del recurso sería,

$$C_{GP} = h p Q_0 + h q Q_0 \quad [14]$$

$$D_{GF} = (1-p)Q_0 + (1-h)(p Q_0 + q Q_0) \quad [15]$$

La condición de sostenibilidad en este caso resulta,

$$q \geq p \frac{h}{(1-h)} \quad [16]$$

Es decir, la tasa de rentabilidad de la explotación del recurso (q) debe ser mayor cuanto mayor sea la proporción de DDP que se les concede a las GP (p), y cuanto mayor sea también la propensión al consumo de las GP (h). Téngase en cuenta que, a medida que el número de GF tienda a infinito, la proporción de DDP que corresponde a la GP tendería a 0. Es decir, el reparto de DDP llevaría, en el límite a otorgarlos todos a las GF (caso II). Efectivamente, considerando $p = 0$, [16] se convierte en [13]. Por el contrario, si todos los DDP se concediesen a las GP ($p = 1$), [16] se convertiría en [9], la condición de sostenibilidad obtenida en el *caso I*.

Tabla 3. Análisis de la sostenibilidad para diferentes posibilidades de reparto de los derechos de propiedad (DDP) de un recurso Q_0 entre generaciones presentes (GP) y futuras (GF)

	DDP	Consumo GP	Recursos GF	Condición para la sostenibilidad
<i>Caso I</i>	GP	$h(1+q)Q_0$	$(1-h)(1+q)Q_0$	$q \geq \frac{1}{(1-h)}$
<i>Caso II</i>	GF	hqQ_0	$Q_0 + (1-h)qQ_0$	$q \geq 0$
<i>Caso III</i>	GP y GF	$h(pQ_0 + qQ_0)$	$(1-p)Q_0 + (1-h)(pQ_0 + qQ_0)$	$q \geq p \frac{h}{(1-h)}$

Del análisis realizado, cuyos resultados se resumen en la Tabla 3 pueden extraerse importantes conclusiones. El logro del requisito de sostenibilidad depende, en primer lugar del reparto intergeneracional de los DDP sobre los recursos. Si se conceden en exclusiva a las GF, la sostenibilidad quedaría garantizada con la explotación eficiente del recurso, y en tanto existiesen los mecanismos necesarios para la vigilancia del cumplimiento de los DDP establecidos, así como para eventuales negociaciones entre GP y GF que permitiesen intercambios Pareto eficientes. Si los DDP se conceden en exclusiva a las GP, también es posible conseguir la sostenibilidad. En este caso dependerá principalmente de la propensión al consumo del recurso por parte de las GP (h). Evidentemente, si h es uno, no existe ninguna posibilidad de alcanzar la sostenibilidad. Las GP consumen y destruyen todo el recurso. Sin embargo, con una h inferior a la unidad es posible lograrla si se dan ciertas condiciones: que el rendimiento obtenido con la explotación sea perfectamente sustituible con el recurso, y que sea lo suficientemente elevado.

Un recurso natural renovable del tipo de recursos pesqueros, agrícolas o forestales, se adapta perfectamente al ejercicio realizado. En el momento inicial existe una dotación Q_0 , que puede ser explotada obteniendo una rentabilidad total qQ_0 en forma de crecimiento del stock, y por lo tanto perfectamente sustituible con la dotación inicial. Los resultados pueden extenderse a otros tipos de

recursos, como los no renovables o los recursos básicos (critical natural capital), ajustando la definición de sostenibilidad. Supóngase por ejemplo que Q_0 es el stock de un recurso no renovable, digamos petróleo. En este caso, la tasa de rentabilidad de su explotación (q) no debe interpretarse como el crecimiento del stock de ese recurso, sino que la rentabilidad vendrá en forma de otros bienes y servicios alternativos. Por lo tanto Q_1 será la suma del stock de recurso no destruido y de los bienes obtenidos. Lógicamente, en este caso no es posible mantener la definición de sostenibilidad aplicada anteriormente, en la que se exigía mantener el stock inicial de recurso constante. Simplemente, porque ello significaría la no explotación del recurso por ninguna generación, ni presente ni futura, lo cual resulta absurdo, además de claramente ineficiente. En el caso de los recursos no renovables, la sostenibilidad debe admitirse cuando el valor de la parte de Q_1 que queda disponible para las GF es igual o superior al de Q_0 . Necesariamente debe pasar a hablarse de valor en lugar de stock, puesto que no pueden sumarse cantidades físicas de bienes distintos. De esta manera se admite la posibilidad de sustitución de los recursos no renovables, y por lo tanto la posibilidad de compensación entre generaciones. Sea V_0 el valor del stock inicial de recurso Q_0 , que es explotado para obtener una tasa de rentabilidad bruta q a cambio de la destrucción de una proporción k . El valor total disponible en el período siguiente (V_1) será pues,

$$V_1 = V_0(1 - k + q) \quad [17]$$

Para que la sostenibilidad pueda alcanzarse, una parte de la rentabilidad obtenida con la explotación de Q_0 debe revertir en beneficio de las GF. Howarth (1997) mantiene que se puede permitir la utilización de recursos no renovables siempre que se garantice la existencia de sustitutos a largo plazo. Así por ejemplo, el uso intensivo del petróleo puede considerarse sostenible si una parte de los beneficios son destinados a la investigación de fuentes de energía alternativas y para mejorar la eficiencia energética. Las condiciones son las mismas que se habían derivado en el caso general. Si los DDP se otorgan a las GP, la sostenibilidad dependerá de la tasa de rentabilidad neta obtenida ($q - k$), que determina la capacidad de compensación, y de la propensión al consumo por parte de las GP (h), que determina la compensación efectivamente realizada. La condición suficiente para la sostenibilidad es que la parte de V_1 que se deje a las GF sea igual o superior a V_0 , es decir,

$$(1 - h)[V_0(1 - k + q)] \geq V_0 \quad [18]$$

Que también puede expresarse como,

$$q - k \geq \frac{h}{1 - h} \quad [19]$$

Que era la condición obtenida en el ejercicio inicial (Tabla 3), pero incorporando ahora la existencia de una tasa de “destrucción” del recurso (k). Por otra parte, si todos los DDP se otorgan a las GF, la no explotación sería la situación de partida. Sin embargo, las GF aceptarían la explotación del recurso por parte de las GP cuando la indemnización percibida cumpliera la misma condición [19], puesto que aceptando la sustituibilidad del recurso, constituiría un cambio Pareto superior.

Considérese ahora que Q_0 es el stock de un recurso que constituye una base necesaria para la existencia humana, cuya utilización no implica necesariamente su destrucción, como el aire, o la capa de ozono. La rentabilidad (q) que puede obtenerse con la explotación de este recurso de nuevo no significa aumentar su stock, sino la obtención de otro tipo de bienes o servicios. Q_1 estará compuesto pues por dos partes diferenciadas, igual que con un recurso no renovable, pero que en este caso no son agregables. Por una parte el stock de recurso restante, que siendo k la tasa de destrucción del recurso será $(1 - k)Q_0$; y por otra la rentabilidad obtenida en forma de otros bienes o servicios (qQ_0):

$$Q_1 = \{(1 - k)Q_0 ; qQ_0\} \quad [20]$$

La no agregabilidad es la diferencia fundamental con el caso de los recursos no renovables, ya que indica imposibilidad de sustitución. En tanto se trata de un recurso base que provides life support services, la sostenibilidad entendida como la igualdad de oportunidades para todas las generaciones, exige que el stock del recurso no disminuya ($k = 0$), sea cual sea la rentabilidad obtenida con la explotación y la parte de ésta que se concede a las GF. Además, es importante recalcar que la no disminución del stock no se refiere únicamente a la cantidad, sino también a mantener sus cualidades intactas. Nótese que, de nuevo a diferencia de los recursos no renovables, la explotación no implica necesariamente que k sea positiva, sino que esta es un signo de sobreexplotación. Es decir, el recurso puede ser utilizado y explotado por las GP, pero no debe sobrepasarse su capacidad de autorregeneración. Otorgar todos los DDP a las GF ($p = 0$), al no aceptar ni la sustituibilidad ni la posibilidad de compensación, sería suficiente para garantizarla. Si en cambio los DDP se conceden a las GP, en todo o en parte, únicamente con una propensión al consumo nula por parte de las GP se podría garantizar. Es decir, la no destrucción del recurso dependerá de cómo y en qué medida las GP están dispuestas a incorporar el bienestar de sus descendientes en sus propias decisiones.

El análisis realizado hasta aquí muestra que el reparto intergeneracional de los DDP sobre los recursos naturales es un factor clave para lograr la igualdad de oportunidades para todas las generaciones, que es como hemos definido la equidad intergeneracional y la sostenibilidad. Dicho reparto exige, a su vez, la búsqueda de los mecanismos adecuados para que las GF puedan velar por la parte de los DDP que les corresponde. En nuestra opinión la solución ideal es la creación de una serie de instituciones a distintos

niveles, que en un marco constitucional adecuado permitiesen la participación de las GF en la toma de decisiones. Howe (1997) ya puso de manifiesto la importancia del papel de las instituciones en la gestión ambiental, tanto en el ámbito intrageneracional como entre generaciones distintas, así como las graves deficiencias de su diseño actual. La introducción de las GF únicamente puede tener lugar a través de algún organismo que actúe como su representante, permitiendo así su presencia tanto en el mercado, como en la Administración pública y por supuesto en el sistema político. Su función sería la de velar por los intereses de sus representados, así como gestionar de la manera más rentable posible el capital que les corresponda, en su caso, en concepto de DDP utilizados por las GP. En el caso de los recursos no renovables, por ejemplo, sería necesario acordar la compensación adecuada, para lo cual, de nuevo no debe olvidarse la importancia de la agregación y del descuento intergeneracional.

5. Conclusiones

La necesidad de mejoras en la gestión del medio ambiente comienza a ser apremiante. La búsqueda de la sostenibilidad se ha convertido en el objetivo último, aunque siga sin existir un acuerdo unánime en cuanto a su definición. Cada vez preocupa más la degradación medioambiental, y comienzan a abandonarse ideas como las de que el propio desarrollo económico traerá consigo mayor calidad ambiental. El tratamiento correcto de cualquier problema pasa necesariamente por su correcta definición. Como si de una enfermedad se tratase, la solución no es aliviar los síntomas, sino buscar la causa. También en el caso del medio ambiente debe comenzarse por ahí. Muestra claros síntomas de una grave enfermedad, como el agujero en la capa de ozono, el cambio climático, la desaparición de especies o el agotamiento de recursos, todos ellos debidos a una misma causa, la utilización ineficiente. A su vez, esta ineficiencia en la gestión está motivada, principalmente, por las fuertes y graves externalidades que provoca el libre acceso a la mayoría de los recursos naturales desde un punto de vista intergeneracional. Los agentes tienen muy pocos incentivos para comportarse de una manera socialmente eficiente cuando se quedan todo el beneficio a cambio de una minúscula parte del coste de sus acciones. Cuando los costes externos se extienden en el tiempo, de manera que sus sufridores todavía están por nacer, los incentivos todavía son menores. Si ya en el plano intergeneracional las soluciones clásicas a las externalidades ambientales, como la de Pigou o la de Coase, pueden ser puestas en duda, cuando se incorporan las generaciones futuras al análisis, su validez está ciertamente en entredicho.

Los impuestos pigouvianos son una solución limitada para las externalidades intergeneracionales porque faltan los incentivos para que los gobiernos o instituciones correspondientes los pongan en práctica. Pero existe todavía un segundo problema como es el de la valoración del coste externo provocado para calcular el impuesto óptimo. Los métodos tradicionales de valoración económica como el

VAN, aplican el supuesto de inmortalidad, primando siempre la perspectiva de las generaciones presentes. Por eso es necesario adoptar un nuevo modelo de actualización que consista en actualizar primero los costes y beneficios dentro de cada generación y posteriormente agregándolos teniendo en cuenta la tasa de preferencia intergeneracional.

Por su parte, la solución de Coase es evidente que no puede funcionar en el ámbito intergeneracional, puesto que los afectados por el efecto externo no están presentes para poder negociar. Esta solución únicamente sería factible si las generaciones futuras contasen con algún representante que velase por sus derechos ante las generaciones presentes. Según Coase, en ausencia de costes de transacción el resultado sería eficiente sea cual sea el reparto inicial de los derechos de propiedad, aunque, lógicamente, el impacto distributivo sería distinto. En este trabajo se han estudiado diferentes formas de reparto de los DDP sobre los recursos naturales entre las generaciones presentes y futuras, así como las condiciones para garantizar de alguna manera el requisito de sostenibilidad.

Las conclusiones son que existen varios factores a tener en cuenta, aunque es imprescindible diferenciar por tipos de recursos. Para el capital natural crítico, la sostenibilidad se define como el mantenimiento constante de su stock. En este caso, otorgando todos los DDP a las generaciones futuras se puede garantizar su uso sostenible. Su concesión en todo o en parte a las GP sólo sería aceptable con la garantía de que éstas incorporan de forma adecuada el bienestar de sus descendientes en su toma de decisiones, y que por lo tanto utilizarán el recurso sin destruirlo.

Cuando se trata de un recurso no renovable, la definición de sostenibilidad se relaja, porque en este caso se acepta la posibilidad de sustitución del recurso. Después de todo, como muy bien apunta Neumayer (1999) ningún recurso de este tipo aporta utilidad por sí mismo antes de ser transformado por el hombre, de manera que su no utilización está claro que es ineficiente. La explotación, y consiguiente destrucción de un recurso no renovable, debe aceptarse siempre que una parte de la explotación del recurso compense la no disponibilidad para las GF. Tanto si todos los DDP se conceden a las GP como a las GF, puede alcanzarse la sostenibilidad con una compensación adecuada.

Por último, para un recurso renovable la sostenibilidad se define de nuevo como la no disminución del stock inicial de recurso. Como en este caso la explotación puede significar un incremento de la dotación inicial, la sostenibilidad no depende sólo de cómo se reparten los DDP, sino también de cuál es la tasa de rentabilidad obtenida en forma de crecimiento del stock inicial, y de cuál es la propensión al consumo por parte de las GP. Lógicamente, conceder todos los DDP a las GF es una condición suficiente para que la explotación del recurso sea sostenible.

Uno se siente tentado a pensar que el problema más grave es la desaparición de los recursos no renovables, cuya utilización por parte de cualquier generación supone una disminución de su stock inicial. Sin embargo, los recursos que realmente carecen de sustitutos no son exhaustibles, sino que en cierta

medida son renovables, como la biodiversidad, la atmósfera o la capa de ozono. Es en estos donde debe preocupar especialmente que su gestión cumpla el requisito de sostenibilidad. Y es precisamente en estos donde se ha mostrado la importancia de conceder los derechos sobre su propiedad a las generaciones futuras, justamente la situación inversa a la existente

Si se acepta el reparto intergeneracional de los DDP sobre el medio ambiente como la solución última para lograr la equidad intergeneracional, se pone sobre el tapete un nuevo problema. Se trata de diseñar el marco institucional adecuado para que las GF puedan velar por los derechos que les correspondan. Dependiendo del tipo de recurso de que se trate puede tratarse de una parte, de ninguno o de todos. Pero únicamente esta última posibilidad es suficiente para garantizar una gestión sostenible, como muy bien pensaba T. Jefferson.

Referencias bibliográficas

- Agee, M.D. and T.D. Crocker, (1996). "Parents' Discount Rates for Child Quality". *Southern Economic Journal*, 63 (1) pp. 36-50.
- Agee, M.D. and T.D. Crocker (2002). "Parents' Discount Rate and the Intergenerational Transmission of Cognitive Skills". *Economica*, 69 (273) pp. 143-154
- Arrow K., B. Boling, R. Costanza, P. Dasgupta, C. Folke, S. Holling, B.O. Jansson, S. Levin, K.G. Mäler, C. Perrings and D. Pimentel (1995). "Economic growth, carrying capacity and the environment". *Science*, 268, pp. 520-521.
- Beckerman, W. (1974). *In defence of Economic Growth*. Jonathan Cape, London.
- Beckerman, W. (1992). "Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment?". *World Development*, 20, pp. 481-496.
- Cabeza, M. (1996). "The concept of weak sustainability". *Ecological Economics*, 17, pp. 147-156.
- Coase, (1960). "The Problem of Social Cost". *Journal of Law and Economics*, 3, pp. 7-44.
- Common, M. (1995). "Economists don't read Science". *Ecological Economics*, 15 pp. 101-103.
- Hartwick, J.M. (1977). "Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources". *American Economic Review*, 67 (5), pp. 972-974.
- Howarth, R. B. (1997). "Sustainability as Opportunity". *Land Economics*, 73 (4), pp. 569-579.
- Howe, C.W. (1997). "Dimensions of Sustainability: Geographical, Temporal, Institutional and Psychological". *Land Economics*, 73 (4) pp. 597-607.
- Kula, E. (1988). *The Economics of Forestry: Modern Theory and Practice*. Croom Helm, London.
- Kuznets S. (1955). "Economic Growth and Income Inequality". *American Economic Review*, 45 pp. 1-28.
- Markandya, A. and D.W. Pearce (1988). "Sustainable Future. Natural Environment and the Social Rate of Discount". *Project Appraisal*, 3 pp. 2-12.
- Martínez-Alier, J. (1994). "The Environment as a luxury good or 'too poor to be green'". *Ecological Economics*, 13 pp. 1-10.
- Mas-Colell, A. (1994). "Elogio del crecimiento económico" en J. Nadal et al. *El Mundo que Viene*, Alianza Ed. Madrid.
- Neumayer, E. (1999). *Weak versus Strong Sustainability. Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Nijkamp, P. and J. Rouwendal (1988). "Intergenerational Discount Rates in Long-Term Plan Evaluation". *Public Finance*, 43(2), pp. 195-211.

Page, T. (1997). "On the Problem of Achieving Efficiency and Equity, Intergenerationally". *Land Economics*, 73 (4), pp. 580-96.

Pearce, D.W. (1980). "The Social Evidence of Environmental Costs and Benefits", in O'Riordan, T. and K. Turner (eds), *Progress in Resource Management and Environmental planning, Volume 2*, Wiley and Sons Ltd, London.

Pearce, D.W., A. Markandya and E. Barbier (1989). *Blueprint for a Green Economy*. London, Earthscan.

Pezzey, J. (1992). "Sustainable Development Concepts: an Economic Analysis". Washington, D.C., World Bank Environment Paper No. 2.

Pezzey, J. (1997). "Sustainability Constraints versus 'Optimality' versus intertemporal Concern, and Axioms versus Data". *Land Economics*, 73 (4), pp. 448-466.

Pigou, (1932). *The Economics of Welfare*. Macmillan, London.

Price, C. (1993). *Time, Discount and Value*. Blackwell, Oxford.

Rawls, J. (1971). *A Theory of Justice*. Harvard University Press, Cambridge, M.A.

Solow, R.M. (1974). "Intergenerational Equity and Exhaustible Resources". *Review of Economic Studies*, Symposium, p. 29-45.

Stern, D.I. and M.S. Common (1991). "Is there an environmental Kuznets curve for sulfur?". *Journal of Environmental Economics and Management*, 41 pp. 162-178.

WEDR (1987). *Our Common Future*. Oxford, Oxford University Press.