



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.

Vol 10. N° 28
Febrero 2017
www.eumed.net/rev/delos/28

¿CUÁNDO LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DEL DESARROLLO ECONÓMICO?

Jalil Barkhas¹
jbarkhas@ugr.es
España

CONTENIDO

Resumen	2
1. Introducción	2
2. La sostenibilidad	2
3. Política y desarrollo sostenible.....	11
3.1. Papel de la tecnología y los valores humanos	11
3.2. La gestión del desarrollo sostenible y las instituciones	17
4. Conclusión	20
5. Bibliografía	21

¹ Universidad de Granada. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada. España

RESUMEN

La doble interacción entre naturaleza y economía nos proporciona el concepto de sostenibilidad medioambiental del proceso de desarrollo señalando los límites biofísicos del uso de la naturaleza como fuente de recursos y sumidero para la eliminación de residuos. En este trabajo se consideran la definición y las condiciones del desarrollo sostenible para poner en práctica dicho concepto. Un marco teórico del capital del crecimiento óptimo se utiliza a través de un enfoque integrador interdisciplinar al tiempo que se define la estructura del problema.

Palabras claves. Desarrollo sostenible, condiciones de desarrollo sostenible, economía clásica, reestructuración de valores, enfoque transdisciplinar, economía medioambiental

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible definido por la Comisión Mundial del Medioambiente y el Desarrollo (1987) necesita la satisfacción de una condición de frontera para ocuparse y tratar las consideraciones de equidad intergeneracional en el uso de recursos. Se ha puesto énfasis en un uso de los recursos naturales que permita a las futuras generaciones experimentar al menos el nivel de bienestar de la generación actual. Esto tiene obvias implicaciones respecto a la condición de las reservas en cualquier horizonte temporal. Las reservas de recursos naturales quedan determinadas por su tasa de uso en relación a su tasa de regeneración ante un horizonte temporal determinado. Por ejemplo, las reservas de agua subterránea medidas en una unidad de eficacia estándar en una determinada región descenderán si la tasa de extracción de agua subterránea excede la tasa de recarga en dicha región. La equidad intergeneracional necesita de una cosecha sostenible del agua subterránea.

2. LA SOSTENIBILIDAD

La condición de sostenibilidad ha enfatizado la conservación, que necesita que las reservas individuales de todos los recursos no disminuyan con el tiempo. La condición de

sostenibilidad para los recursos agotables debe interpretarse como el descubrimiento de nuevas fuentes del recurso o de un recurso alternativo. Los economistas coinciden en que dicha condición de sostenibilidad es innecesariamente fuerte. El objetivo último del desarrollo de equidad intergeneracional necesitaría que el proceso de desarrollo no acabase con el descenso del nivel del bienestar humano de la sociedad tras un periodo de crecimiento. Los recursos naturales son sólo los medios, con amplias posibilidades de sustitución existentes entre un recurso capital natural y otro. La sustitución de recursos correspondería a la sustitución de la tecnología y resultaría en un cambio de la composición de los residuos con atención a su impacto sobre el ecosistema. En algunos casos la tácita sustitución de recursos cuestionaría la elección de la propia sustitución de los recursos básicos. Por ejemplo, los residuos de uranio son infinitamente más perjudiciales que los productos residuales del carbón. Esto influye a menudo en la elección entre el carbón y algunos otros combustibles nucleares más limpios a favor del primero. El problema pasa a ser especialmente grave si los residuos se arrojan al sumidero y afectan a la función de soporte vital de la naturaleza y a la biodiversidad (ver Solow, 1974; Pearce *et al.*, 1989).

La cuestión principal de contención ha sido si sería necesario que el índice de bienestar o las reservas de recursos naturales no disminuyeran con el tiempo para caracterizar la sostenibilidad. Aunque la economía elegiría lo primero, la ecología enfatizaría lo segundo como criterio de sostenibilidad. Esto ha llevado al desarrollo de dos enfoques de modelación del desarrollo sostenible. El enfoque de la teoría del capital se centra en el equivalente actual de la corriente de utilidad como maximizador (Hartwick, 1994), mientras que la economía estatal clásica pone el centro de atención en la noción de preservación de recursos y en el poder de regeneración de la naturaleza para la provisión de soporte vital. El fundamento del énfasis sobre el soporte vital de los modelos económicos ha sido que los servicios ecológicos no vendibles del soporte vital son fundamentales para el mantenimiento a largo plazo del bienestar de la sociedad humana; de otro modo, el hambre, la enfermedad o los desastres naturales exterminarían a la población de ciertas partes del mundo. Sin embargo, el enfoque de la teoría del capital puede tomar conciencia del papel de la regeneración de recursos y del soporte vital en su formulación

del problema, al tiempo que mantiene la maximización de la utilidad como objetivo (Dasgupta *et al.*, 1997 y 1999).

Las leyes ecológicas subrayan algunas de las características paramétricas y estructurales del modelo. La construcción de dicho modelo debería tener en cuenta los dos aspectos siguientes: a) Que la regeneración de recursos y su disponibilidad influyen sobre el nivel de bienestar a través del sistema de producción, y b) Que el efecto de retroalimentación del flujo de residuos hacia la naturaleza influye sobre el sistema económico, lo que a su vez se traduce en un impacto sobre el bienestar humano.²

En cualquier modelo del desarrollo sostenible existe a menudo un excesivo énfasis sobre la equidad intergeneracional, que es uno de los aspectos del altruismo. La cuestión del altruismo necesitaría que la función del bienestar social incorporase cierta concienciación sobre la equidad intrageneracional junto a la intergeneracional. Las secciones más pobres de la población —carentes de una adecuada dotación inicial de activos u oportunidades de trabajo— degradará el entorno consumiendo directamente o sobre-utilizando la naturaleza (por ejemplo, prácticas agrícolas insostenibles en tierras marginales, pavimentado de viviendas en centros urbanos, deforestación por necesidades de combustible de madera, etc.) Si la tasa de desempleo (o el nivel absoluto de desempleo) se toma como una variable de aproximación para la medida de la pobreza (o del tamaño de los pobres), el problema macroeconómico de optimización del bienestar social para el uso del ecosistema como fuente y sumidero puede definirse conceptualmente como sigue:

$$\begin{aligned}
 & (p) \text{ maximiza } U = \int_0^{\infty} u\left(\frac{C(t)}{L_s(t)}, \frac{SL_s(t)}{L_s(t)}, P(t), N(t)\right) e^{-\rho t} dt \\
 & \overset{o}{K}(t) = \varphi(k(t), L_d(t), R(t), P(t)) - C(t) - \delta K(t) \\
 & \overset{o}{N}(t) = F(N(t), P(t)) - R(t) - RNM(SL_s(t)) \\
 & \overset{o}{P}(t) = E(K(t), L_d(t), R(t), P(t)) + ENM(SL_s(t)) - a(P(t)) \\
 & \overset{o}{L}(t) = G(L_s(t)) \\
 & L_s(t) = L_d(t) + SL_s(t)
 \end{aligned}$$

² Sobre los efectos negativos del empeoramiento ambiental sobre el PIB, se puede ver Fernández, 2002, pp. 204-208.

Se descarta la negatividad de las variables $K(0)$, $N(0)$, $L_s(0)$ y $P(0)$.

Explicación de las nociones:

U	= utilidad de un individuo representativo de la sociedad
$C(t)$	= consumo conjunto en un tiempo t
$P(t)$	= almacenamiento de contaminante en un tiempo t
$L_s(t)$	= fuerza productiva en un tiempo t
$SL_s(t)$	= trabajo desempleado o superávit de trabajo en un tiempo t
$K(t)$	= almacenamiento de capital humano en un tiempo t
$N(t)$	= almacenamiento de recursos naturales en un tiempo t
ρ	= tasa de descuento temporal
$L_d(t)$	= trabajo demandado y empleado en un tiempo t
δ	= tasa de depreciación del capital
$R(t)$	= cantidad de recursos naturales cosechados y utilizados en el sistema de producción
φ	= función de producción que rinde PIB
F	= función de regeneración o crecimiento biótico de recursos
RNM	= recursos no vendibles utilizados por los pobres
E	= función de aparición de residuos
ENM	= flujo de residuos procedentes de un uso no vendible de los recursos naturales
A	= función de absorción del almacenamiento de contaminantes dada su cantidad de degradación en un tiempo t
G	= función de crecimiento demográfico que proporciona el incremento neto de la población humana de la economía en un tiempo t

El modelo puede generalizarse para cubrir un número de variedades de capital y trabajo humanos. El objetivo de la economía es maximizar el bienestar intertemporal de un individuo representativo en un horizonte infinito que depende de las pautas temporales del consumo per cápita, la tasa de desempleo y el almacenamiento de contaminación; definiéndose per cápita en relación al tamaño de la fuerza productiva. Se asume aquí que el tamaño medio de las familias y la proporción media de dependencia permanecen constantes a lo largo del tiempo. Tanto el nivel absoluto de contaminación como el tamaño absoluto de los recursos nacionales entran en la función del bienestar, ya que la gente tiene preferencia por la calidad medioambiental y por la naturaleza, que se percibe como una fuente de servicios. De acuerdo con esto, una ordenación de elecciones se hace entre las combinaciones de los bienes y servicios medioambientales y no medioambientales. Las variables de control del problema dinámico son el consumo, el empleo del trabajo y el uso (cosecha) de recursos naturales para su posterior uso en la producción. Las reservas de capital humano y natural, el tamaño de la fuerza productiva y el almacenamiento de

contaminantes son variables estado del problema dinámico intertemporal de elección. En la economía cerrada para la que se ha definido el problema intertemporal de elección para el desarrollo el PIB es producido por la función de producción para cualquier configuración dada del uso del trabajo, de las reservas de capital, de los recursos naturales y del almacenamiento de contaminantes del ecosistema; por ejemplo, la entroficación de un lago debida a la contaminación nítrica puede afectar a la productividad primaria de las actividades silvícolas o pesqueras. El superávit del PIB sobre el consumo o los ahorros contribuye a la acumulación de reservas de capital humano, siendo su acumulación neta los ahorros menos la depreciación de las reservas de capital. Todo capital humano se encuentra completamente empleado mientras que la fuerza productiva posiblemente no se encuentre completamente empleada. El crecimiento neto de la reserva de capital natural queda determinado por las leyes ecológicas y por el uso tanto vendible como no vendible de los recursos naturales. Las leyes del flujo energético y los ciclos biogeoquímicos determinan las diferentes funciones de recarga del crecimiento biótico o abiótico. El uso de los recursos naturales que entran en la función económica de macroproducción se concibe como un uso vendible de los recursos naturales, mientras que su uso directo o la degradación de dichos recursos por los pobres es una apropiación directa de recursos al margen del sistema de mercado. De modo similar, la ecuación del crecimiento del almacenamiento de contaminantes muestra el crecimiento neto como los residuos producidos tanto por el uso vendible de los recursos naturales para la producción como por el uso no vendible o consumo directo de esos mismos recursos por los pobres, después de restar la absorción de residuos por la naturaleza debida a la degradación de los componentes en cuestión a través de los ciclos biogeoquímicos o los procesos de desgaste. Los residuos se consideran un producto intermedio del producto social del PIB. Ésa es la razón por la que las funciones E y δ quedan determinadas de forma simultánea y estricta por un grupo común de variables: K , L , R y P . La estructura de la función E y j puede incluir la reducción de la contaminación a través de intervención tecnológica, lo que es importante para facilitar que una economía alcance las condiciones de sostenibilidad. Los parámetros de las funciones de F y A incluyen la suposición del comportamiento ecológico subyacente.

Ya que se propone utilizar el desempleo para representar el grado de pobreza, el modelo relaciona el uso de productos no vendibles y productos residuales no vendibles como funciones del trabajo no empleado. El crecimiento de la fuerza productiva queda influido por las tasas demográficas de natalidad y mortalidad. El crecimiento demográfico de la fuerza productiva es una función del tamaño de la fuerza productiva, suponiendo que la tasa de supervivencia, la estructura de edad y la tasa de fertilidad femenina, etc. permanecen constantes a lo largo del tiempo. En el balance del trabajo el tamaño de la fuerza productiva es igual a la suma del trabajo empleado y no empleado. El problema permite el descuento del tiempo, que se trata como una variable continua.

La existencia y la naturaleza del ciclo óptimo del consumo per cápita ($C(t)/L_s(t)$) y el bienestar ($u(t)$) dependen de la estructura de preferencias del individuo representativo, del papel de preocupaciones altruistas expresado en la tasa de descuento temporal, la sensibilidad de u respecto a la tasa de desempleo ($SL_s(t)/L_s(t)$), las condiciones de productividad del sistema económico y del ecosistema, la eficiencia del ecosistema en la absorción de residuos con el objeto de proveer soporte vital al organismo vivo y el impacto medioambiental relacionado con la pobreza y el desempleo. Si la solución óptima no satisface la condición de sostenibilidad, en el sentido de la condición de equidad intergeneracional de que

$$\frac{du^*(t)}{dt} \geq 0, \text{ (donde } u^*(t) \text{ es la } u \text{ óptima en un tiempo } t), \text{ es que no existe un ciclo}$$

de desarrollo sostenible óptimo para el sistema económico. Esto puede ocurrir debido a la no existencia de una solución factible del problema, con

$$\frac{du(t)}{dt} \geq 0, \text{ ó porque la elección óptima no satisface la condición de sostenibilidad,}$$

aunque existan soluciones factibles con ciclos $u(t)$ no descendentes. En el caso de la imposibilidad de condiciones de productividad de tecnología y ecosistemas, el efecto degradante de la pobreza sobre la naturaleza y la eficiencia de ésta en el manejo de los residuos que surgen de los sistemas económicos serán tales que ninguno de los ciclos existentes de solución factible de las variables de control y estado satisfará la característica decreciente monótona de $u(t)$. Por otro lado, si existe alguna solución factible que asegure la característica de una $u(t)$ no decreciente con el tiempo, pero la elección óptima no asegura la satisfacción de dichas condiciones, se debe concluir que la estructura de

preferencia de la sociedad realmente no tiene en consideración la gran importancia de la sostenibilidad en la determinación de la elección social intertemporal. Si la sostenibilidad fuera una consideración dominante en la elección de la estrategia de desarrollo, el ciclo óptimo satisfaría la condición necesaria de sostenibilidad dado que los ciclos factibles de sostenibilidad existen. Esto necesitaría la satisfacción de ciertas condiciones en los valores de la tasa de presencia temporal (ρ) y en los parámetros de la función u . De otro modo, en caso de que no exista una solución factible con la característica necesaria de una u monótona no decreciente, será necesario mejorar las condiciones técnicas de producción o reducir el desempleo y la pobreza con el objeto de reducir su efecto degradante sobre la naturaleza e introducir otras medidas e intervenciones para la reducción de la contaminación, como el reciclado de residuos transformándolos en aportes a la producción, etc., de manera que el conjunto factible de ciclos de solución pueda contar con una $u(t)$ no decreciente. Puede apuntarse aquí que los grados de cambio de ρ o los parámetros de la función u , por un lado, y los grados de los parámetros de ϕ y las funciones E , por otro, estarían relacionados con la productividad y la capacidad de reforma de la naturaleza: es decir, los parámetros de las funciones F , G y A . Es la interacción de las fuerzas ecológicas y económicas lo que caracterizaría la adopción de medidas políticas que aseguran la sostenibilidad del desarrollo en un contexto determinado.

El enfoque de la teoría del capital descrito anteriormente también produce estimaciones de la evaluación de todos los tipos de reserva, ya sean de capital humano o natural, o acumulaciones de contaminantes. La solución de los ciclos temporales de las variables duales (lagrangianas) nos proporcionará los precios respectivos, mientras que la siguiente ecuación hamiltoniana del valor actual del problema (p) nos dará la estimación del valor actual de la renta nacional en un periodo t .

Renta nacional (normalizada per cápita)

$$\begin{aligned} &= u + \lambda_1[\phi - c - \delta k] + \lambda_2[F - R - RNM] + \lambda_3[E + ENM - A] + \lambda_4 G \\ &= u + \lambda_1 K + \lambda_2 N + \lambda_3 P + \lambda_4 L \end{aligned}$$

λ_1 , λ_2 , λ_3 y λ_4 son los valores del producto de capital humano y natural, el almacenamiento de contaminantes y las reservas de población, respectivamente. La renta

per cápita nacional es el valor actual del consumo optimizado más la inversión en todas las reservas mencionadas en términos de utilidad numeraria en cualquier periodo. En una situación de efecto negativo del desempleo sobre el medioambiente se espera que λ_4 sea negativa, mientras que λ_1 y λ_2 tomen valores positivos. λ_3 sería negativa a la vista del signo esperado del efecto parcial de cualquier cambio en p en las funciones involucradas del modelo. Dicha estimación de la renta nacional tomaría el impacto del crecimiento o la degradación de los recursos naturales y el medioambiente y el sobre-crecimiento de la población para representar una medida de la renta nacional según las reglas de contabilidad sostenible. El valor de la función objetiva de nuestro problema (p) nos daría una medida del patrimonio per cápita del país representado por las dotaciones físicas de las reservas en términos de su contribución potencial a la corriente optimizada de utilidad de un individuo representativo a lo largo del horizonte temporal. Con el paso del tiempo, conforme las reservas crecen o cambian, el patrimonio del país se vería alterado. Una forma alternativa de definir la noción de sostenibilidad sería estipular la necesidad de que la medida del patrimonio per cápita (U_T) no sea decreciente con el tiempo. En otras palabras, esta necesidad implica que la medida normalizada per cápita del patrimonio —dada por el valor optimizado de U_T — no sea decreciente con T , donde

$$U_T = \int_T^{\alpha} u e^{-\rho(t-T)} dt, \text{ para una determinada restricción y dotación de reservas en un}$$

tiempo T . Aunque dicha transposición del concepto de desarrollo sostenible se remonta al mundo de Adam Smith, en el que el patrimonio nacional se consideraba la medida del índice de desarrollo, no necesariamente estipula que todas las reservas individuales de recursos humanos o naturales y almacenamiento de contaminantes deban trasladarse de modo favorable, facilitando el cálculo del comercio, para desempeñar su propio papel en la determinación de los ciclos temporales de las reservas individuales. Por último, lo que importa aquí en el contexto de la sostenibilidad es que el concepto de Smith del patrimonio nacional debería incluir el estado de los recursos naturales y el medioambiente y tomar debida cuenta de la interacción entre ecosistema y economía, que influye sobre los niveles de las reservas.

A nivel sectorial o micro se pueden formular modelos ecológicos similares del desarrollo sostenible en los que el efecto de retroalimentación del sobre-uso de los flujos

de residuos o recursos se incluya en el problema de la elección intertemporal del desarrollo; por ejemplo, el campo agrícola que utiliza variadas aportaciones orgánicas, fertilizantes químicos, pesticidas, etc. a través de la integración del efecto negativo de retroalimentación de la contaminación sobre la productividad del ecosistema y especialmente sobre la tierra agrícola. Dichos modelos pueden examinar las condiciones de las prácticas agrícolas o la elección tecnológica que asegure que el ciclo óptimo de productividad agrícola no sea decreciente con el tiempo. El problema interactivo del desarrollo agrícola que utiliza fertilizantes fosfóricos puede considerarse que lleva a la eutrofización del lago y que tiene una externalidad negativa (unidireccional) sobre la acuicultura del lago. Las condiciones apropiadas pueden encontrarse en el desarrollo óptimo conjunto del campo agrícola y la pesca, permitiendo el sostenimiento del crecimiento de la producción de ambos.

Pero, ¿el desarrollo sostenible es un proceso viable a la luz de la discusión de los últimos capítulos? Aunque el papel de los factores ecológicos señala el pesimismo del estado estacionario a largo plazo, existe el alcance de políticas que aseguren algún desarrollo dentro de la escala temporal humana. El grado de alcance depende sin embargo de la noción de sostenibilidad que se acepte. Si el índice de desarrollo es una combinación del nivel de bienestar de un individuo típico de la sociedad y de la distribución del bienestar entre los individuos de dicha sociedad, el mismo nivel de producto social puede proporcionar un mayor nivel de bienestar social si:

- a) El tamaño de la población para compartir el producto es más bajo.
- b) Una mejor redistribución intertemporal equitativa puede mejorar el índice de bienestar y garantizar la composición del producto social (incluyendo la infraestructura) que produciría una menor tensión sobre el entorno y los recursos (referidos a la función objetivo de nuestro problema (p)).
- c) El cambio técnico puede asegurar una mayor eficiencia de uso de los recursos (por ejemplo, referido a los cambios en la conservación de la materia o la energía en la función ϕ de nuestro problema (p)).
- d) El cambio en el sistema de valores humanos pertenecientes a la noción de bienestar produciría cambios en la preferencia de los individuos de una sociedad, de manera

que demanden menos recursos naturales y servicios medioambientales restrictivos para que permanezcan al mismo nivel de utilidad (referido a los cambios apropiados en los parámetros de la función ρ en el problema (p)).

Las dinámicas de la población, la distribución de renta, la tecnología y los valores humanos pueden así crear algún espacio para que mejore el índice de bienestar humano. De forma alternativa, el número máximo de población que puede sostenerse a un nivel determinado de bienestar per cápita a través de los recursos de un ecosistema —llamado capacidad de carga— puede aumentar con dichos cambios. Dichas estimaciones de capacidad de carga pueden obtenerse de la solución del siguiente problema; nombremos

\bar{L}_s , donde \bar{L}_s soluciona el siguiente problema:

$\max L_s$ S.t. todas las restricciones de (p) excepto la condición dinámica que incluye $L_s(t)$, que debe ser reemplazado por $\dot{L}_s(t) = 0$ y la condición inicial $L_s(0) = \bar{L}_s$, que no se da como fija y la condición adicional de una $u(t)$ o una U_T no decrecientes.

3. POLÍTICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

3.1. Papel de la tecnología y los valores humanos

¿De qué manera puede la tecnología suavizar los límites biofísicos de los procesos económicos y crear un espacio para un ascenso sostenible del índice de bienestar económico afrontando una población humana creciente? Los desarrollos tecnológicos necesitan suavizar las restricciones impuestas por el principio ecológico al funcionamiento de la economía humana a través de intervenciones apropiadas. El desarrollo de la base de conocimiento para dicho cambio tecnológico debe tomar debida cuenta de los principios ecológicos que rigen los ecosistemas e interfieren con la economía. Considerando la limitación de recursos de la Tierra y el problema de los residuos humanos, las preocupaciones tecnológicas deberían dirigirse a lo siguiente:

- a) Desmaterialización del proceso económico.
- b) Descarbonización de la energía.
- c) Creciente sustitución de recursos no renovables por renovables.
- d) Reciclado de residuos convirtiéndolos en recursos humanos.
- e) Tratamiento de los residuos no reciclables antes de su eliminación.

- f) Aumento de la productividad primaria del espacio biosférico de los ecosistemas.
- g) Facilitación del proceso re-distributivo de la renta incrementando la productividad de bienes que produzcan salarios y la creación de más oportunidades laborales.

La desmaterialización necesita una mayor eficiencia del uso de la aportación material por unidad de PIB de una sociedad. El reciclaje de residuos materiales puede reducir también el flujo de materiales desde la naturaleza hacia la economía y desmaterializar el impacto neto conjunto de los procesos económicos sobre dicho flujo. Hipotéticamente, si todos los residuos pudieran reciclarse, la economía funcionaría como una nave espacial y todos los residuos se convertirían en recursos. Sin embargo, ningún proceso de reciclaje es 100 % eficiente ni todos los residuos son utilizables en el proceso productivo de forma eficiente en cuanto al coste. Los residuos no reciclables necesitan atención y acción para convertirlos, al menos, en compuestos químicos inocuos. El criterio del test para la seguridad la eliminación de residuos debería basarse en el sistema de soporte vital y tener en cuenta los principios ecológicos. La estrategia sostenible de gestión de materiales se trata entonces de una minimización del flujo de recursos materiales hacia el sistema económico y del flujo inverso de residuos problemáticos y, al mismo tiempo, una maximización del flujo de uso y circulación de recursos materiales dentro del sistema económico en forma de proceso sostenido (Erkman, 1999).

En el frente energético, el reto de la sostenibilidad es mayor debido a que el reciclaje energético no es posible debido a las leyes de la entropía. Además, nuestros recursos energéticos actuales son combustibles fósiles o biomasa, aunque los primeros son agotables, el suministro de los segundos viene determinado por límites fotosintéticos. Aunque los recursos energéticos primarios como centrales hidrológicas o células solares fotovoltaicas tienen sus respectivos problemas medioambientales, su carácter renovable puede asegurar al menos un flujo sostenible desde la naturaleza. Los embalses tienen conocidos efectos medioambientales que provienen de la inmersión de tierras y bosques. La fabricación de células fotovoltaicas incluye graves problemas de contaminación con cloro. Aunque la conservación de la energía a través de un uso de mayor eficiencia es de importancia capital, la descarbonización de la energía requiere que se destine a sortear los problemas de contaminación y agotabilidad de los combustibles fósiles y a reducir la

presión sobre la tierra producida por el uso de la biomasa vegetal con fines energéticos por parte de la creciente población.

El progreso científico y tecnológico es una fuente principal de optimismo por la posibilidad de un desarrollo sostenible como un proceso indefinido a lo largo del tiempo. En términos económicos implica la suposición de productividad de las inversiones en actividades de I+D. A pesar de la incertidumbre de éxito de un esfuerzo individual en I+D, pueden obtenerse estimaciones de las ganancias esperadas de una inversión en dichas actividades, ya que es posible postular la distribución de probabilidad en cuanto a los resultados de dicho esfuerzo en I+D. Si se pudieran establecer los costes y beneficios de las inversiones en I+D, se podría concebir una tecnología como artículo re-producible. Cada tecnología que incluye el uso de recursos renovables o no renovables puede considerarse como una parte de un sistema orgánico en el que la tecnología da lugar a nueva tecnología. El alquiler de Hotelling, que surge del uso de cualquier recurso escaso (especialmente aquellos agotables), puede usarse para financiar las actividades de I+D en pos del descubrimiento y la modernización de esa tecnología que está al límite para que sea competitiva y reemplace la tecnología existente. Ya que el capital da lugar a los beneficios y estos se emplean de nuevo para aumentar la base de capital, los recursos naturales, cuando se explotan con la ayuda de la tecnología, dan lugar a un superávit en forma de renta en un sistema capitalista que necesita ser movilizado e invertido para desarrollar nuevos recursos y tecnologías. Al igual que un organismo, el capital y la tecnología pueden reproducirse de esta forma. Cuando los beneficios del capital se reinvierten resultan en una nueva formación de capital, que puede concebirse como descendencia del capital humano original, ingresos de los recursos naturales y cuando se movilizan para actividades de I+D resultan en la aparición de nuevas tecnologías destinadas a ser la descendencia de la tecnología previa. Al igual que los organismos de una especie, algo del nuevo capital y algunas tecnologías nuevas pueden morir o volverse improductivas debido a su obsolescencia, debida a su vez a cambios imprevistos del mercado, gustos del consumidor y tecnología competente. Dicho comportamiento biológico de los constituyentes del sistema económico proporciona la base del optimismo en cuanto a la viabilidad del proceso de desarrollo sostenible.

De acuerdo con la escuela de pensamiento que considera que el conflicto entre crecimiento y calidad medioambiental no es una cuestión, la calidad medioambiental puede sufrir con la industrialización y el crecimiento sólo de forma temporal durante la fase inicial del desarrollo. El crecimiento económico y la limpieza medioambiental se mueven paralelamente en la misma dirección más allá de un umbral de desarrollo, estando la segunda apoyada por argumentos colaterales de oferta y demanda. Por el lado de la demanda, la calidad medioambiental se considera como un bien normal con efectos positivos de renta (es decir, la gente demanda una mayor calidad medioambiental conforme sus rentas aumentan). Ya que la calidad medioambiental es a menudo un producto no vendible, la preferencia por ésta se reflejaría en la rigurosidad de las regulaciones medioambientales impuestas a través de variados instrumentos, como impuestos por contaminación, etc. Por otro lado, la industrialización de los países en vías de desarrollo ha llevado a un aumento de la intensidad energética global del PIB y de la producción global de residuos debido al creciente porcentaje del sector secundario en el PIB de la economía. Dicha característica del movimiento porcentual sectorial lleva al incremento del coeficiente de ponderación del procesamiento de minerales y biomasa, producción de productos químicos y otros materiales industriales, maquinaria y equipamiento, etc. Ya que la industrialización lleva a la urbanización y a la explosión del consecuente movimiento del tráfico, la intensidad de la contaminación directa o indirecta del PIB crece. Este efecto de la composición de la producción aleja la distribución del valor añadido por intensidad de producción para el respeto al medioambiente. Sin embargo, en un estado posterior y más maduro del desarrollo capitalista el porcentaje del sector servicios en el PIB crece a costa de la industria, lo que contribuye a la disminución de la intensidad de contaminación del producto social conjunto debido a la naturaleza de la composición de las preferencias de demanda y producto. La elasticidad renta de la demanda de servicios medioambientales puede influir también en la aparición y en los factores de ponderación de algunos productos respetuosos con el medioambiente de la economía y el mercado. Por ello, se sostiene que —como resultado del efecto de la composición del grado, técnica y producción— el crecimiento de un sistema económico cerrado producirá primero un aumento de la tensión medioambiental seguida de un descenso tras alcanzar un nivel de umbral de renta per cápita. La Figura 1, ilustra dicho patrón, representado por la curva medioambiental de Kuznet (Grossman *et al.*, 1995).

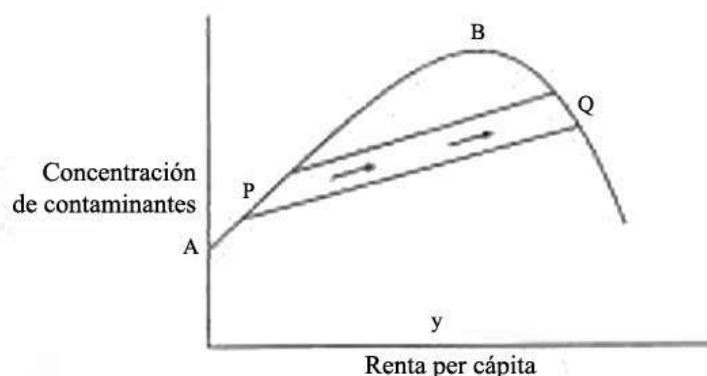


Figura 1. La curva medioambiental de Kuznet

El nivel de umbral de renta o el pico de la tensión no tienen porqué ser idénticos para todos los países. Aunque las observaciones empíricas no siempre establecen de forma convincente dicha relación, la dotación de recursos, el patrón de preferencia y el acceso a la tecnología determinan la posición real y la forma de la curva para un país. Aunque la forma real de dicha relación está sujeta a debate, una implicación importante de la curva medioambiental de Kuznet en caso de validez es la garantía de que la aparición de productos respetuosos con el medioambiente y una mayor disponibilidad de servicios medioambientales cuanto mayor es el nivel de desarrollo. Esto también significa que un crecimiento más rápido del mercado de la tecnología y los productos respetuosos con el medioambiente necesitaría un proceso de desarrollo también más rápido, de manera que dicho país cruce el nivel de umbral más rápido y aumente rápidamente la demanda de servicios medioambientales. Se necesita identificar nuevos caminos de desarrollo que permitan a los nuevos países en vías de industrialización evitar las fases contaminantes del desarrollo experimentado por las primeras economías en vías de industrialización (UK, Francia, etc.) a través de la adopción de tecnologías más limpias y una estrategia de crecimiento desde el principio. Dicha economía podría seguir un túnel como el de PQ, en lugar de un camino como el de ABC de la Figura1. Aunque esto aseguraría un desarrollo más rápido y una mayor accesibilidad de mercado para los productos, los procesos y la tecnología respetuosos con el medioambiente, dicha estrategia debería incluir sin embargo la imposición de regulaciones medioambientales estrictas a través de las iniciativas políticas adecuadas. Sólo un cambio en la estructura de preferencias básicas alteraría la relación renta/calidad del medioambiente y resultaría en la factibilidad política-económica de dicho túnel señalado en la Figura1.

Aunque el control del crecimiento demográfico y el desarrollo científico y tecnológico constituyen frecuentemente la base del optimismo en cuanto a la viabilidad del proceso de desarrollo económico como un proceso sostenible, los valores humanos apropiados son igualmente importantes en la definición del espacio para un futuro desarrollo en cada estadio del proceso de desarrollo. La economía clásica asume las preferencias de los individuos y visualiza el bienestar social como un resultado de la unión de las preferencias individuales. Estas preferencias se postulan como independientes de todas las otras variables relevantes en cualquier modelo de desarrollo. Sin embargo, las preferencias de la gente pueden manipularse a través de cambios tecnológicos, creando nuevos deseos —a través de la publicidad en una cultura consumista— que pueden contrarrestar parte de los beneficios del control de la población. Tanto la información como la base de conocimiento de la gente, especialmente en lo referente a los efectos de sus preferencias sobre el ecosistema, puede influir sus propias preferencias. Al igual que la tecnología, la noción del bienestar cambia a lo largo del tiempo dependiendo de la comprensión de la gente en cuanto al papel de los variados factores —incluyendo los ecológicos— que determinan la calidad de vida. Los valores humanos reflejados en las preferencias elegidas deberían permitir que el proceso de desarrollo económico encuentre cierto espacio en una escala temporal humana. La tecnología y los valores humanos necesitan desarrollarse para resolver los conflictos entre la economía convencional y los principios ecológicos, y entre los sistemas humano y natural.

El conflicto entre los principios ecológicos y económicos es una cuestión de ética relacionada con cómo se valora el mundo natural, en el que los seres humanos evolucionaron y alcanzaron el estadio actual de civilización (Ehrlich, 1988; Costanza, 1997). El impulso hacia una libertad personal indefinida se considera básica para que el espíritu humano racionalice el capitalismo y el éxito humano aparente para crear nuevas opciones indefinidas, a pesar de todos los obstáculos planteados por el orden natural y social. Sin embargo, para sostener su espíritu libre el ser humano necesita la resolución de sus conflictos con la naturaleza. La preservación de la biodiversidad —que contempla el derecho de existencia de otras especies en este planeta— sirve al interés de supervivencia del ser humano a largo plazo. Sin embargo, la naturaleza humana, condicionada por la

existencia económica de la sociedad capitalista, está guiada más por las ganancias y las pérdidas a corto que a largo plazo. Desafortunadamente, la economía neoclásica ha concebido que la esencia del hombre nivel individual es la maximización del propio interés en una situación de conflicto con la naturaleza y de competencia con los demás individuos de la sociedad. La sostenibilidad del bienestar humano necesita que la esencia del hombre sea el espíritu de cooperación individual tanto con la naturaleza como con la sociedad. Se necesita un nuevo paradigma y marco analítico para el análisis del desarrollo económico humano que adopte un enfoque interdisciplinar en el tratamiento de aquellas cuestiones relacionadas con los movimientos demográficos, el avance tecnológico y los valores humanos. Sólo entonces la economía y la ecología podrán combinarse de una forma adecuada para generar las políticas adecuadas en pos de un desarrollo sostenible.

3.2. La gestión del desarrollo sostenible y las instituciones

Al principio de este trabajo, se señaló lo que debía caracterizar la condición de desarrollo sostenible para una economía. Aunque el enfoque normativo de la teoría del capital puede ayudar en la identificación del ciclo óptimo de desarrollo sostenible para una sociedad, queda la gran cuestión de la gestión de la economía para asegurar su movimiento a lo largo del ciclo sostenible. Para estructurar que los resultados de dichos modelos para un nivel sectorial macro o micro para cualquier región operacional dada, se necesitan algunos mecanismos institucionales. Si la disposición de un mercado perfectamente competitivo se ajustara a la teoría de la sostenibilidad medioambiental del proceso de desarrollo, entonces el movimiento hacia una disposición de un mercado perfectamente competitivo habría solucionado el problema, ya que la mano invisible de Adam Smith habría coordinado de forma apropiada las acciones de los jugadores en el juego del proceso de desarrollo. Sin embargo, algunos de los principales problemas de la gestión medioambiental y de recursos surgen del problema del fracaso empresarial. El carácter de propiedad comunal de muchos de los recursos naturales (por ejemplo, pastos, tierra, bosques, cuerpos de agua, etc.) a menudo contribuye a la externalidad medioambiental, ya que el coste privado de uso de los recursos es menor que su coste social, lo que lleva a su sobreexplotación y degradación ecológica. La naturaleza como sumidero se utiliza como un bien público no vendible, produciendo una divergencia similar entre el coste privado y

público y la generación de efectos negativos de sus externalidades. Ya que la mayoría de los ecosistemas de la naturaleza no fluyen a través del mercado, el incentivo de preservación del poder regenerador del ecosistema está ausente en el orden socioeconómico, basado en el mercado de la gestión de recursos. El carácter generador de externalidades y de bien público de los recursos comunes ha llevado frecuentemente a una situación de dilema entre los usuarios de estos recursos, resultando en un equilibrio sub-óptimo con complicaciones de degradación medioambiental (ver Bardhan & Udry, 1999).

La prescripción neoclásica estándar para los problemas de gestión medioambiental o de recursos ha sido en términos de intervención social utilizando instrumentos basados en el mercado de impuestos pigouvianos o permisos comercializables, de manera que los precios de mercado puedan establecerse en línea con el coste social de uso de los recursos medioambientales. Sin embargo, la forma en la que a menudo se calculan los precios sombra refleja principalmente los valores de uso directo, mientras que no refleja apropiadamente la pérdida de valor de opción debida a cambios irreversibles producidos por el uso de recursos. Es difícil para los instrumentos basados en el mercado resolver el problema de las externalidades a menos que la noción de servicios no vendibles del ecosistema sea evaluada de forma correcta por la autoridad reguladora, que es quien decide el nivel de cuota o tasa. La calidad del resultado del uso de dichos instrumentos depende de la fiabilidad de percepción de los problemas y las decisiones políticas de la autoridad reguladora centralizada. El coste de transacción de la realización eficiente de dicho negocio por dicha autoridad puede, de hecho, mermar la eficiencia relativa de dichos instrumentos.

Sin embargo, otro enfoque para resolver el problema del uso sub-óptimo de los recursos de propiedad comunal se ha identificado en los derechos de propiedad sobre los recursos a través de la privatización y el posterior abandono del uso del sistema de recursos a la transacción de mercado y al negocio privado (Coase, 1960). Se prevé que dicho enfoque genere incentivos para una mayor interiorización de externalidades y una cuidadosa conservación de los recursos por parte de los propietarios privados. Sin embargo, la sencilla privatización de los recursos de la propiedad comunal ha tenido a menudo graves implicaciones de distribución, especialmente en forma de marginalización

de los pobres. Éste es un problema grave, ya que los diversos poseedores de participaciones envueltos en los cambios de privatización se han situado muy desigualmente en referencia a la dotación del poder socioeconómico y político. Desde la experiencia del movimiento de cercado de la Inglaterra del siglo XVIII a la actual apropiación de bosques y tierra de pastoreo por comerciantes de la madera o rancheros ganaderos en los países en vías de desarrollo, se ha tratado de la misma historia desafortunada de los pobres, en referencia al recibo de compensación como usuarios previos de la propiedad comunal. Incluso con una mayor eficiencia de gestión, una menor tasa de cosecha de recursos y un beneficio positivo, lo que reciben sus primitivos usuarios en el presente, como asalariados, constituye un pequeño porcentaje de la renta generada en comparación con los beneficios anteriormente derivados del uso de dicha propiedad comunal.

Incluso desde el punto de vista de la eficiencia, no queda claro por diversas razones que la privatización lleve a un mejor uso de los recursos medioambientales vulnerables. Primero, la elevada preferencia temporal del propietario privado puede inducir una mayor tasa de cosecha, contrarrestando al menos parcialmente el beneficio de controlar el sobreuso debido al previo acceso libre. Segundo, la comerciabilidad de los derechos de propiedad hace que la relación a largo plazo entre los beneficiarios de un recurso, sean menos fiables y esto puede llevar a una inadecuada preocupación e investigación por un adecuado mantenimiento y preservación de los recursos. Además, la aplicación de los derechos de propiedad privada a menudo debilita la relación cooperativa implícita de los antiguos usuarios-beneficiarios del recurso, lo que lleva a prácticas irresponsables y destructivas, especialmente si la privatización se percibe como una violación de las normas de justicia y equidad, lo que resulta en una situación en la que todo el mundo empeora.

Una alternativa a la privatización puede ofrecerse tanto en términos de nacionalización de la propiedad comunal local como de gestión a nivel local por parte de organizaciones comunales. La primera opción tiene graves limitaciones en términos de las conocidas razones de fracaso gubernamental debido a la ineficiencia y la desigualdad consecuencia de una supervisión gubernamental ineficiente o corrupta que reemplaza la estructura tradicional de control. Sin embargo, la segunda opción merece alguna atención y

consideración rigurosas para su análisis. Un modelo de cooperación sobre la propiedad comunal con derechos de propiedad bien definidos a nivel comunal (ausencia de libre acceso) puede ser capaz de resolver el problema de conflictos y disputas relacionados con el propósito y modo de utilización de recursos y permitir a los sistemas la consecución de una solución cooperativa óptima desde el punto de vista de la asignación de recursos o, al menos, definitivamente superior al equilibrio no cooperativo. Por ello, la gestión a nivel local a través de la cooperación sitúa la toma de decisiones en manos de gente con conocimiento indígena sobre el sistema del ecosistema local, información y motivación de que carecen los forasteros (comerciantes privados o burocracia estatal). Existen casos tanto de éxito como de fracaso a nivel local en la gestión de propiedad comunal en diversas partes del mundo hoy día (ver Baland & Platteau, 1996; Bardhan *et al.*, 1999; Chopra *et al.*, 1989; Dasgupta *et al.*, 1997). El estudio de estos casos es importante para llegar a las condiciones de éxito de dicho acuerdo institucional, que dependen de cómo la comunidad decide el reparto de beneficios y sanciones por la violación de las normas, al tiempo que toma en cuenta la posibilidad y circunstancias que inducen a los jugadores individuales a un comportamiento estratégico. La literatura sobre la teoría del juego de dichos modelos de cooperación ha sido útil para el alcance de condiciones de factibilidad y opciones de éxito en la cooperación. Parece que la sociedad humana tiene que conformarse con la cooperación a nivel organizativo del planeamiento del uso local de recursos, sin optar por una división competitiva-destructiva del uso de recursos naturales, ya sea ésta intra o intertemporal. Esto no significa sin embargo una negación de la necesidad de la institución de transacción del mercado para emparejar la oferta y la demanda de artículos y servicios, que induce a las fuerzas de eficiencia competitiva a influir en la toma de decisiones en todos los estadios, incluyendo el de la comunidad local. En términos de acuerdo institucional lo que importa para la sostenibilidad (ecológica y socialmente interdependiente) del proceso de desarrollo es la definición de los derechos y las obligaciones de propiedad relacionados con el uso de los recursos naturales y medioambientales sin que eso necesariamente signifique su privatización y el papel adecuadamente equilibrado de la organización comunal local y el mercado para combinar la eficiencia y la equidad en sentido tanto ecológico como económico.

4. CONCLUSIÓN

Si la sostenibilidad del bienestar económico de la sociedad humana demanda no sólo una eco-reestructuración de la tecnología, sino también una reestructuración similar de los valores humanos y los acuerdos legales e institucionales para el funcionamiento de la economía, entonces se exige a la economía clásica que cambie su marco y su método de análisis. La inevitable reestructuración institucional debida a los nuevos eco-principios y a la eco-reestructuración de los valores humanos requeriría que la economía aceptase la necesidad de un enfoque transdisciplinar y admitiera la influencia de la ciencia y la ecología no sólo sobre el lado de las leyes de oferta del sistema económico sino también sobre el lado de la demanda y los reglamentos institucionales del juego para asegurar la cobertura de demanda y oferta. El movimiento de la economía medioambiental tiene como objetivo dicha reorientación de la economía convencional, de manera que pueda proporcionar un marco y una metodología adecuados para analizar el proceso de desarrollo sostenible de la humanidad.³

5. BIBLIOGRAFÍA

- Baland, J. M. y J. P. Platteau (1996), *Halting Degradation of Natural Resources : Is there a Role for Rural Communities ?*, Oxford, FAO de UN y Clarendon Press.
- Bardhan, P. y C. Udry (1999), *Development Microeconomics*, London, Oxford University Press, Cap., 13.
- Bateman, I. (2005), *Applied Environmental Economics*, Cambridge, Cambridge.
- Böhringer, C. y Lange, A. (2005), *Applied Research in Environmental economics*, Germany, ZEW.
- Chopra, K., G. K. Kadekodi y M. N. Murty (1989), *Participatory Development: People and Common Property Resources*, New Delhi, Sage.
- Coase, R. H. (1960), "The Problem of Social Cost", en *Journal of Law and Economics*, Vol. 3, pp. 1-44.
- Costanza, R. (1997), "La Economía Ecológica de la Sostenibilidad. Invertir en Capital Natural", en Goodland, R. et. al.,(eds), *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*, Madrid, Trotta.
- Costanza, R., J. Cumberland, H. Daly, R. Goodland y R. Norgaard (1997), *An Introduction to Ecological Economics*, Boca Raton, Florida, St. Lucie Press.
- Dasgupta, P., B. Kristom y K. G. Mäler, (1997), The Environment and Net National Product, en P. Dasgupta y K. G. Mäler (eds), *The Environment and Emerging development Issues*, vol. 1, Oxford, Clarendon Press, pp. 129-139.

3 Sobre el papel de los economistas ecológicos en el proceso del desarrollo sostenible véase Farley, 2005. Sobre el uso del enfoque GIS (Geographical Information Systems) para los análisis económicos del medioambiente, véase Bateman, 2005. Véase también Böhringer, 2005, sobre el diseño de las políticas ambientales.

- Dasgupta, P. y K. G. Mäler (1999), "Net National Product and Social Well-being", Mimeo.
- Ehrlich, R. R. (1988), "The Loss of biodiversity", en E.O. Wilson (ed), *Biodiversity*, Washington DC, national academy press, USA.
- Erkman, Suren (1999), "Emerging Principles of Industrial Ecology and Cleaner Production: Applicability in South asia", mimeo, open lecture delivered in IIM Calcutta.
- Farley, J. et. al., (2005), *Ecological economics*, Washington, Island press.
- Grossman, G. M., y A. B., Krueger (1995), "Economic Growth and Environment", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110, pp.353-377.
- Hartwick, J. (1994): "National Wealth and Net National Products", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 96, pp. 253-6.
- Pearce, D. W., E. Barbier y A. Markandya (1989), *Sustainable Development Economics and the environment in the Third World*, Aldershot, England, Edward Elgar.
- Solow, R. (1974), "*The Economics of Resources and Resources of economics*", republicada en R. Dorfman y N. Dorfman (eds) (1977), *Economics of the Environment: Selected Readings*, New York Norton.