

Condiciones e indicadores del desarrollo sostenible en un marco ecológico-económico*

Sylvie Faucheux y
Martin O'Connor*

Los autores revisan acuciosamente el concepto "desarrollo sostenible", mismo que encuentra aceptación debido a que ubica al crecimiento económico y a la preservación del ambiente como complementarios. Analizando los problemas ambientales desde la perspectiva neoclásica de la Teoría del Capital, Faucheux y O'Connor caracterizan los "límites ambientales" para las actividades económicas, precisando las medidas tendientes a buscar la sostenibilidad económica. Asimismo plantean la importancia de los indicadores no monetarios de sostenibilidad.

The authors provide a meticulous review of the concept of "sustainable development" that has been accepted because it regards economic growth and conservation of the environment as complementary. By analyzing environmental problems from the neo-classical perspective of the Theory of Capital, Faucheux and O'Connor define the "environmental limits" of economic activities, specifying measures that help to achieve economic sustainability. They also point out the importance of non-monetary indicators of sustainability.

Les auteurs étudient minutieusement le concept de "développement durable", concept bien accepté car il préconise la complémentarité de la croissance économique et de la protection de l'environnement. Partant d'une optique néo-classique de la Théorie du Capital, Faucheux et O'Connor analysent les problèmes de l'environnement et définissent les "limites environnementales" des activités économiques, ainsi que les mesures susceptibles de favoriser la durabilité économique. Ils soulignent en même temps l'importance des indicateurs non monétaires de durabilité.

* Ponencia presentada en el Tercer Encuentro Internacional de Ciencias Regionales del Pacífico en Cuernavaca, Morelos, México, del 11 al 15 de junio de 1994.

* Miembros de la Universidad de París I y Universidad de Versalles, Francia, la primera, y del Departamento de Economía, Universidad de Auckland, Nueva Zelanda, el segundo.

Introducción

Pocos conceptos han tenido tanta atención política en los últimos tiempos como “el desarrollo sostenible”, esta frase se ha convertido en casi un *sine qua non* de la política nacional “progresiva” en todo el mundo. El concepto tiene buena aceptación, en parte debido a que el desarrollo sostenible no pone al crecimiento económico y a la preservación ambiental en completa oposición —en contraste con la idea de “cero crecimiento” de Daly y de otros en 1970; en vez de esto, conlleva la idea de una *armonización* o de una realización simultánea de crecimiento económico y de interés ambiental. Por ejemplo,¹ expresaron un sentimiento difundido cuando caracterizaron un desarrollo sostenido al designar “un vector de objetivos sociales deseables, o una lista de atributos que la sociedad busca obtener o maximizar.”

Cualquiera que sea la fórmula particular, es claro que el “desarrollo sostenible” es multifacético en su carácter; es común pensar de ello como *multi-dimensional*, y con dimensiones económicas, sociales y ecológicas. Debido a que el desarrollo sostenible es un objetivo, o tal vez evoca a una serie de objetivos más o menos fáciles de reconciliar uno con otro, se vuelve natural el buscar *medidas e indicadores sostenibles*. Pero esta es una frase bastante inexacta, y para darle el significado preciso es necesario introducir un número de distinciones conceptuales y metodológicas. Primero que todo, la distinción se debe efectuar entre:

- a. una *definición de sostenibilidad* como un patrón de actividad “sostenible” (se caracteriza cualitativa, y tal vez se mida cuantitativamente), y
- b. la idea de una *transición o enfoque hacia* un patrón de actividad “sostenible”, de una situación que se juzga como *no ser* sostenible.

En estos términos, los indicadores de sostenibilidad tienen cualquiera de los siguientes roles:

¹ Pearce, D.W., E. Barbier, y A. Markandya. *Sustainable development: economics and environment in the Third World*, Londres, Edward Elgar, London and Earthscan, 1990.

- a. Normas o medidas enunciando características de un patrón de actividad “sostenible”, por ejemplo, usar un recurso nacional.
- b. Las medidas de distancia entre la situación existente y un estado sostenible de asuntos considerados como un punto de referencia o meta.

También es importante, por esta razón, distinguir entre:

- a. “indicadores ambientales” que, de una manera u otra, miden o describen el estado de un ambiente, e
- b. “indicadores de sostenibilidad”, que específicamente describen un estado de referencia (de acuerdo a la norma de sostenibilidad), o la desviación de este estado de referencia.

Nuestro propósito es discutir las formas en que se conciben “sostenibilidad” y “desarrollo sostenible” en relación con: a) los tipos de “indicadores de sostenibilidad” que uno pudiera construir, y b) las formas en que estos indicadores se pueden utilizar para propósitos de políticas y de toma de decisiones. Comenzaremos con un índice de algunos enfoques de “sostenibilidad”, y de ahí discutiremos los diferentes tipos de indicadores no monetarios (física y ecológicamente basados), en cada caso describiendo las motivaciones detrás de su construcción, sus usos, su utilidad y sus límites. Se verá rápidamente que los roles requeridos de medidas e “indicadores” pueden ser muy diferentes, dependiendo del concepto de sostenibilidad adoptado, y de los criterios asociados para caracterizar una tabla de tiempos como “sostenible” o no. También, el alcance de algún indicador puede estar más o menos restringido, ya sea en un enfoque geográfico (región o nación) o en términos del tipo de recurso, servicio o característica ambiental que se considere. Por ejemplo,² los indicadores se pueden relacionar con:

- a. agotamiento de una fuente de energía o de un recurso material,
- b. niveles de contaminantes emitidos desde un sector,

² Cfr. Boisvert, V. y N. Holec. “A la recherche d'indicateurs du développement soutenable”, *Cahier du C3E*, núm. 93-21, 1993.

- c. requerimientos para viabilidad de un sector de producción en particular, tal como la agricultura,
- d. la viabilidad de ecosistemas especificados, o niveles de poblaciones de especies amenazadas.

La Sección 2 de este documento trata sobre los indicadores basados en modelos de crecimiento económico que dan un lugar privilegiado a medidas monetarias de actividad económica e inventarios ambientales (recursos naturales, comodidades, capital natural), en particular se enfoca en relación con la idea de mantener el capital social total, el llamado criterio de "sostenibilidad débil". Señalamos varias deficiencias con estos criterios cuando se consideraron desde un punto de vista ecológico-económico. La Sección 3 trata cómo una "fuerte" perspectiva de sostenibilidad basada en la premisa de único y —*grosso modo*— en la no sostenibilidad de categorías principales de "capital natural", lleva a énfasis bastantes diferentes. En particular, la caracterización de sostenibilidad en términos del criterio "fuerte", de ningún cambio negativo a lo largo del tiempo en inventarios de capital(es) natural(es) específico(s), mientras a veces se lleva a la operabilidad a través de proporcionar la valoración del dinero de los capitales naturales, que proporciona una gran justificación para el desarrollo de indicadores no-monetarios de sostenibilidad económica y ecológica basados en la medición física directa de importantes inventarios y flujos. Tales indicadores "no económicos" son complementarios con las medidas monetarias construidas con base en la teoría de capital neoclásica. Finalmente, en la Sección 4 haremos algunas propuestas metodológicas sobre los usos apropiados de indicadores no monetarios en este campo.

Aplicación de la teoría de capital neoclásica a los problemas ambientales

La mayoría de los enfoques neoclásicos del desarrollo sostenible definen la "sostenibilidad" como el mantenimiento a largo plazo del nivel de bienestar para la población. Este bienestar se mide por el Producto Nacional Bruto (PNB) per cápita (consumo por individuo). La cuestión se modela típicamente en términos de *crecimiento sostenible* de un capital social, tratando al "capital natural" como un factor de producción (y a veces como un argumento en una función de utilidad). Como

tales, los llamados enfoques "económicos" hacia la sostenibilidad, hablando rudamente, pueden dividirse en dos grupos, ambos involucrando nociones de *capital*.

1. El mantenimiento de "acciones" no decrecientes del capital total, donde el *capital económico* y el llamado *capital natural* se consideran como sustitutos uno del otro.³ Esto corresponde a lo que Pearce y otros han llamado la sostenibilidad débil. Todo el límite, si se presume que los capitales "naturales" y "económicamente producidos" son fáciles de sustituir uno por el otro sobre el margen —tanto ingresos de producción como fuentes de utilidad— entonces la "sostenibilidad" no es compatible con el agotamiento de los recursos naturales irreversiblemente a cero.
2. Alternativamente, ciertos tipos de "capital natural" se consideran "críticos" y *no prontamente sustituibles* por el capital producido.⁴ Esto corresponde a un criterio de fuerte sostenibilidad, que requiere que los niveles de los capitales naturales designados como críticos no caigan por debajo de algunos niveles de entrada especificados.

Trataremos primero los enfoques que, implícita o explícitamente, consideran a los capitales naturales y a los económicos como sustitutos uno del otro. Entonces (en la Sección 3) veremos las implicaciones de postular la no-sustitución.

Las condiciones para un camino de crecimiento sostenible

La forma neoclásica más "ortodoxa" de exponer un problema de sostenibilidad es en términos del crecimiento potencial de la economía, como lo mide el valor de los resultados económicos.⁵ Los indicadores clave de si puede o no haber sostenibilidad, además de las restricciones en la disponibilidad de ingreso, son:

³ Solow, R.M. "Sustainability: an economist's perspective", en Dorfman, R. y N. Dorfman (Eds.), *Selected readings in environmental economics*, Nueva York, Norton, 3a. edición, 1993.

⁴ Barbier, E.B. y A. Markandya. "The conditions for achieving environmentally sustainable growth", *European Economic Review*, núm. 34, 1990, pp. 659-669.

⁵ Para una disertación más amplia véase Víctor, P.A. "Indicators of sustainable development: some lessons from capital theory", *Ecological Economics*, núm. 4, 1991, pp. 191-213.

- a. la elasticidad de sustitución entre el capital económico producido y el capital natural,
- b. la tasa de progreso técnico que aumenta la productividad marginal del capital natural,
- c. el precio del capital natural.

En principio, la elasticidad de sustitución indica la relativa facilidad con la cual el capital económico puede ser sustituido por capital natural. El parámetro de elasticidad juega un importante rol al definir la posibilidad o no, en el modelo, de un camino de crecimiento económico sostenible. Sin embargo, los intentos para estimar tal elasticidad con datos empíricos han rendido resultados contradictorios y ambiguos, en parte por las cuestiones de medida y de agregación.⁶ De manera similar, la estimación de una tasa de progreso técnico, relacionada con el uso real de los recursos naturales, está llena de dificultades, tanto conceptuales como de medida.⁷ Finalmente, mientras que en los modelos los precios relativos y sus tendencias de tiempo se pueden tomar como indicadores de si una tabla de tiempos para la economía es sostenible o no y/o estable, no es obvio a qué grado los datos reales en las tendencias del tiempo de los precios de recursos naturales reales se pueden interpretar válidamente dentro del marco del modelo. Las preguntas surgen, tanto conceptuales como empíricas, acerca de las relaciones entre costos de recursos (costos de producción y rentas), tasas de interés, tasas de descuento de tiempo y costos de oportunidad.⁸ Además, tal enfoque se puede aplicar sólo para los recursos naturales y para los servicios ambientales comercializados.

Por lo tanto, se debe concluir que estos tipos de modelos hacen poco más que decir una historia, al grado de que la sustitución de ingreso y los avances tecnológicos son suficientemente altos, entonces las restricciones ambientales en el crecimiento económico se pueden regresar indefinidamente. Mientras esta parábola es de interés en forma general, uno no puede obtener meramente de la lógica del modelo mucho discernimiento acerca del grado en que los límites a las mejoras en eficiencia de la producción o la sustitución de capitales naturales por económicos, puedan ser restricciones relacionadas. También, dado que el enfoque de estos modelos está en el "consumo final" como una función de los ingresos de producción, existe un rechazo negativo del problema del desperdicio de producción tóxico y su eliminación. Aun si el "control de contaminación" y las depreciaciones del capital natural, debido a impactos destructores en la eliminación de desperdicios, se incluyen formalmente como un sector del modelo, la teoría por sí misma no da discernimientos a los prospectos para reciclar materiales específicos o para los productos de desperdicio de energía o en los prospectos de cambio tecnológico en proceso con menos efectos destructivos ambientalmente o para derivados menos tóxicos.

Ingreso nacional "corregido"

El principal objetivo de los modelos de crecimiento económico (de capital) que se acaban de tratar, esencialmente es caracterizar —en términos teóricos mediante los "indicadores" mencionados— suficientes condiciones para la sostenibilidad económica, de ser posible a un nivel macro (nacional o global). La variable clave que requiere sostenerse es el nivel de capital social total, lo que significa el mantenimiento a través del tiempo de la capacidad para entregar los bienes y servicios de "consumo final" correspondientes. Debido a que la cuestión es si se mantiene o no el nivel de capital social total a través del tiempo, obviamente esto presume que todas las acciones de capital importantes se puedan medir y agregar. Por lo tanto, para cualquier otro enfoque empírico a este problema se requiere un *marco contable*, dado el rol predominante de los *niveles nacionales* de elaboración de política y de estadística, muy a menudo este marco es el *sistema de las cuentas nacionales (SCN)*.

6 Faucheux, S. *L'articulation des les évaluations monétaires et énergétiques en économie*, Tesis de Doctorado en Ciencias Económicas, Université de Paris I-Panthéon Sorbonne, 1990. *Idem*. "Energy analysis and sustainable development", en Pethig, R. (Ed.), *Valuing the environment: methodological and measurement issues*, Nueva York, Kluwer, 1994.

7 Benhaim, J. y P. Schembri. "Technical change: an essential variable in the choice of a sustainable development trajectory", presentado en el International Symposium: *Models of Sustainable development: exclusive or complementary approaches of sustainability*, organizado por el Centre Economie Espace Environnement (CSE) METIS y l'Université de Paris I-Panthéon Sorbonne, Paris, marzo, 1994, pp. 16-18.

8 Norgaard, R. "Economic indicators of resource scarcity: a critical essay", *Journal of Environmental Economics and Management*, núm. 19, 1990, pp. 19-25.

Aquí, la idea básica es desarrollar cuentas nacionales "corregidas", dando permiso para el agotamiento de recursos naturales y para cambios ambientales, y para obtener indicadores derivados de los agregados "corregidos".⁹ El punto inicial es la medida tradicional de la ejecución económica, el PNB, que (a pesar de criticarse incesantemente como una medida pobre de bienestar humano promedio o agregado) se emplea mundialmente como la principal medida de la ejecución económica y social, continúa siendo usada como tal en la política pública y en los foros internacionales. En términos ambientales, la medida de PNB es sencillamente defectuosa debido a que:

- a. no existe una cuenta de destrucción ambiental o degradación,
- b. las reservas de recursos naturales como tales se valoran en cero,
- c. los gastos de reparación y remedios tales como medidas para disminuir la contaminación, cuidado de la salud, etc., se cuentan como contribuciones positivas al PNB, puesto que involucran gastos de bienes y de servicios económicos.

En los últimos años se han propuesto varios tipos de "correcciones" al PNB.¹⁰ Las principales sugerencias son:

1. Incluir el agotamiento de recursos naturales durante cada año, a precios del mercado actual, como entrada negativa en las cuentas.
2. Deducir del PNB los gastos asociados con protección y restauración del ambiente.
3. Deducir el valor de los daños causados por la contaminación.
4. Corregir para la utilización de recursos ambientales y servicios sin precio.

Varios métodos se han propuesto para integrar tales ajustes, incluyendo: i) la elaboración de cuentas satélite, ii) la relación del SCN con la información en términos físicos sobre inventarios y flujos ambien-

tales, y el tratamiento del ambiente como un sector suplementario (o grupo de sectores) en un sistema de cuentas de ingresos-egresos ampliado.

Estas diferentes propuestas varían grandemente en ambición. Las menos completas en alcance son medidas tales como la inclusión de cambios en el nivel de inventarios de recursos naturales específicos. Las más completas (en concepto) y ambiciosas son los intentos para proporcionar un retrato total de las interacciones económico-ecológicas. Así, los propósitos propuestos pueden variar grandemente, por ejemplo:

1. La medida de cambios en el "inventario" de recursos naturales de un país se ha propuesto en particular con referencia a países "subdesarrollados", muy dependientes de uno o dos recursos naturales. En este contexto, en vez de indicar su "sostenibilidad", aun en el sentido más débil, las medidas sugieren que estos países con caminos de desarrollo económico están más lejos de ser sostenibles (aun con el criterio "débil").
2. De manera similar, la diferencia entre el PNB "no corregido" y el "corregido" se puede pensar como un indicador de la necesidad de un acto. Entre más grande la diferencia como una proporción del PNB, más urgente la necesidad para políticas en favor de objetivos ambientales y sostenibles.

Se debe enfatizar que aun en casos donde se proponga un juego "completo" de correcciones, el uso del "PNB corregido" como una base para estimar si el criterio débil de sostenibilidad se cumple o no está abierto a dudas por varias razones, que son:

- a. problemas conceptuales y lógicos al decidir una base satisfactoria para la evaluación "correcta" de los costos de oportunidad del agotamiento de recursos naturales, debido a (*inter alia*) los problemas al comparar a las generaciones entre diferentes sociedades y con inseguridades acerca de los costos de oportunidad reales;
- b. dificultades al negociar con efectos irreversibles y acumulados a largo plazo de la contaminación ambiental, en especial, los ambientes acuático y atmosférico y el cambio en el ecosistema terrestre;
- c. problemas a niveles empíricos y conceptuales, con valores monetarios dados en la amplia gama de las funciones ambientales, que son interdependientes y superpuestas;

⁹ Ahmad, Y.J. et al. *Environmental accounting for sustainable development*, Washington, Banco Mundial, 1989. Peskin, H.M. "Alternative environmental and resource accounting approaches", en Costanza, R. (Ed.), *Ecological economics: the science and management of sustainability*, Nueva York, Columbia University Press, 1991.

¹⁰ Cfr. Scherp, J. "Accounting for the environment in statistical information systems", presentado en el 5th. Symposium of National Accounting, Paris, diciembre, 1993, pp. 13-15.

d. el problema de las medidas monetarias agregadas disfraza los cambios físicos reales, que en el caso especial de contaminación y desequilibrio ecológico es el análisis de lectura del fenómeno real.

En resumen, los “indicadores” obtenidos con referencia a las “cuentas nacionales” se basan en “hacer *correcciones*” o en suministrar la *información complementaria* a los sistemas de información preexistentes (el SCN para cada país). En términos reales, su propósito no es el de proporcionar realmente un marco para decidir o no la “sostenibilidad” de una economía, sino *mejorar* los sistemas de las cuentas nacionales desde un punto de vista ambiental —esto es, alentar el movimiento en la dirección deseada. El rol previsto para la cuentas “corregidas” es el de influir en la política económica y pública, alentar acciones que (uno espera) *se muevan en la dirección* de la sostenibilidad.

Definir y medir la “sostenibilidad débil”

Por otro lado, también se están haciendo intentos, sobre la base de una información preexistente, con correcciones y suplementos, para aportar *medidas* que permitirían a un sistema económico ser clasificado o no como “sostenible” en términos del *criterio “débil” del mantenimiento del capital social total*. Para ser convincentes, tales esfuerzos tienen que superar los obstáculos de medidas y conceptuales con una agregación significativa de los varios “capitales naturales”, junto con el capital económico. Hasta la fecha, los intentos no han sido muy satisfactorios, sin embargo, la idea básica es como sigue:¹¹

K será el capital económico total, así que **dK** es la depreciación en el periodo contable; **bK** será la contribución de los recursos naturales al producto nacional, contra el valor del capital natural “utilizado” durante el periodo contable. Entonces, la regla de la “sostenibilidad débil” se formula como:

$$S \geq dK + bK,$$

donde **S** son los *ahorros* acumulados por la economía, por ejemplo, contribución a capital nuevo. En algunos estudios recientes, una

selección de países ha sido clasificada con base en este criterio de sostenibilidad.¹² Esta simple regla tiene aceptación obvia, no obstante, al valorar la utilidad de este criterio, deberían hacer las siguientes observaciones:

- a. La “sostenibilidad débil” se piensa como indicador de un criterio necesario pero no suficiente de sostenibilidad por definición; si la regla de la sostenibilidad débil no se cumple, existe reducción en tiempo en el capital social total (sin embargo, esto se está midiendo); y si esto sigue, entonces, es imposible el mantenimiento de los niveles de bienestar en el tiempo.
- b. Hace uso de las *medidas agregadas* tanto del capital “producido” como del “natural”, esto presupone que la agregación es importante, que, en efecto, también significa suponer la *sustitución* entre los diferentes tipos de capital producido y entre los diferentes tipos de capital natural.
- c. Los agregados se miden *en términos de valor monetario*, un procedimiento que requiere de todos los tipos de suposiciones arbitrarias y a veces dudosas sobre la valuación, y que se abre ante las diversas acusaciones de lo incompleto (como se mencionó antes). La arbitrariedad de estas medidas debilita la posibilidad de la regla de sostenibilidad débil como un *indicador de sostenibilidad real*.
- d. Además, si es necesario tener datos de *cada periodo de cuenta* para ver, con el tiempo, si hay un movimiento hacia o lejos de la sostenibilidad débil, es imposible deducir una tabla de tiempos futura solamente de las observaciones de los cambios pasados y presentes en los capitales sociales.
- e. No se toma en cuenta la forma en que se formula la regla, del grado en el que una formación de capital de la economía puede depender del agotamiento del capital natural de *otras naciones*, excepto si este agotamiento se incluye sistemáticamente en la valuación “corregida” de los recursos entre las naciones y de las transferencias de contaminación, etc. Esto significa que un país se puede clasificar

¹² Por ejemplo, Proops, J.L.R., G. Atkinson. “A practical sustainability criterion when there is international trade”, presentado en el International Symposium: *Models of Sustainable Development: exclusive or complementary approaches of sustainability*, organizado por el Centre Economie Espace Environnement (CEE) METIS y l'Université de Paris I-Panthéon Sorbonne, Paris, marzo, 1994, pp. 16-18.

¹¹ Pearce, D.W. y G.D. Atkinson. “Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of ‘weak sustainability’”, *Ecological Economics*, núm. 8, 1993, pp. 85-103.

como “sostenible”, mientras que en realidad, siendo un parásito en otros países, es no-sostenible —un resultado notablemente perverso.

“Sostenibilidad fuerte” y capitales naturales “críticos”

Al resumir el impacto de lo antes explicado, las dos objeciones que comúnmente se hacen con relación a la sostenibilidad “débil” son:

- a. los capitales “naturales” (bienes ambientales, servicios, funciones de apoyo a la vida, etc.) no son prontamente sustituibles por el capital “producido”,
- b. el colocar los valores de dinero en el amplio espectro de “capitales naturales” parece ser inherentemente arbitrario en un grado enorme. Como tales, cualquier uso de las valuaciones de riesgos monetarios es falso.

Definición de “límites ambientales” para la actividad económica.

Los dos pasos que se han propuesto toman en cuenta estas objeciones y tratan de definir el criterio de sostenibilidad sin suponer sustitución y conjunto monetario. En resumen, éstos son:

1. Definir *normas ambientales* (por ejemplo, niveles de contaminación aceptables o tasas de uso de recursos renovables con base en la *información física*), y entonces poner en su lugar acuerdos institucionales e instrumentos de políticas que se dirijan o que logren estos *estándares*.
2. En particular, definir ciertos capitales naturales “críticos”, tales como *el mantenimiento de inventarios de estos capitales naturales críticos* en o por arriba de los niveles definidos, es un criterio para la *sostenibilidad*.

En cualquier caso, entonces, se vuelve posible emprender valoraciones de la *efectividad de costo*¹³ de diferentes medidas dirigidas a mantener o restaurar capitales naturales críticos específicos, donde las normas definidas se toman como restricciones escogidas socialmente sin pretender valorar los “costos de oportunidad” en el margen entre diferentes capitales. Al hablar en general, las restricciones adecuadas tienden a ser conceptualizadas en cualquiera de dos formas:

- A. “Respetar límites ambientales” o la “capacidad de soporte ecológico” en lo relativo a:
 - explotación de recursos *renovables sólo dentro de los límites de sus tasas de renovación*,
 - la restricción de los niveles de contaminación ambiental dentro de la “capacidad de asimilación” del ambiente,
 - el uso de recursos no renovables en línea con el logro de una *transición* (a través de sustitución, cambio tecnológico, etc.) hacia una *base de recursos renovables*.
- B. Mantenimiento de niveles de inventarios de “capital natural”. La idea de que las economías humanas dependen fundamentalmente de el “capital natural”, pero están tendiendo a agotarlo, ha sido expresada desde la década de los setenta por Herman Daly. Los esfuerzos de los ochenta se han hecho para dar significado operacional a la norma del “cambio no negativo en el capital natural”, especialmente lo trabajado por David Pearce y otros de London School. Las primeras fórmulas de la regla se presentan en términos agregados, lo que en efecto supone conmensurabilidad entre los diferentes “capitales naturales”. Al seguir las objeciones sobre los obstáculos a la significativa agregación,¹⁴ Pearce y sus colegas modificaron recientemente el enfoque para considerar una pluralidad de los “capitales naturales”, al concebirlas como *críticos y no sustituibles* con base en la *evaluación física y ecológica* (se puede observar que este enfoque permite, en principio, la posibilidad de

¹³ Baumol, W.J. y W. E. Oates. “The use of standards and prices for the protection of environment”, *Swedish Journal of Economics*, núm. 73, 1971, pp. 42-54.

¹⁴ Cfr. Victor, P.A. “Indicators of sustainable development: some lessons from capital theory”, *Ecological Economics*, núm. 4, 1991, pp. 191-213.

que algunas actividades económicas reduzcan un inventario de un capital natural en particular, mientras se toman otras medidas para restaurar el capital hasta el nivel "crítico" o a uno superior).

Medidas económicas y sostenibilidad ecológica

La idea común de estos enfoques es caracterizar en términos *biofísicos* todos los requerimientos para la *sostenibilidad ambiental*, esto es, un enfoque normativo explícito, puesto que como estos criterios funcionan como normas enunciadas socialmente, esa actividad económica debería respetarse, idealmente. Esto contrasta con el enfoque de la "sostenibilidad débil", que da privilegios a las medidas monetarias. Como se puede ver, aun desde esta rápida e incompleta visión, los esfuerzos entre los economistas al definir los "indicadores de sostenibilidad", están lejos de ser homogéneos. Algunos tratan de mantener un enfoque exclusivo sobre la *sostenibilidad económica* al incorporar el uso del recurso natural y los costos de control de contaminación dentro de un marco engrandecido de *crecimiento económico* (teoría del capital, sostenibilidad débil, PNB corregido, etc.); esto asimila el ambiente dentro de una lógica económica homogeneizante y expandida. Otros tienden a tratar el ambiente como primario, siendo la base material de la actividad económica; y así se enfocan en la sostenibilidad ambiental o ecológica como el requisito primario para la sostenibilidad económica, y definen los indicadores de sostenibilidad con una referencia explícita al mantenimiento de sistemas ecológicos viables (procesos de regeneración, materiales y ciclos de nutrientes, servicios ambientales, poblaciones de especies, hábitat y demás).

Desde luego que existen áreas grises entre estos dos polos, e híbridos de todos tipos. Por ejemplo, London School oscila entre dos polos, inclinándose hacia el punto de vista de la *sostenibilidad económica* al proponer que el "capital natural" se agregue en términos monetarios, después inclinándose hacia el enfoque de la sostenibilidad ecológica, al proponer la identificación de varios y distintos inventarios de capital natural críticos, requiriendo que se sostengan como tales.¹⁵

15 Faucheux, S., G. Froger, y J.F. Noël, "Quelle hypothèse de rationalité pour le développement soutenable?", *Economie Appliquée*, tomo XLVI, núm. 4, 1993, pp. 59-103.

De manera similar, Hueting y Bosch¹⁶ tratan de definir el criterio para medir un *ingreso nacional sostenible* con base en tener primero todos los estándares físicos definidos y los indicadores de la calidad ambiental. De hecho, este enfoque permite estimar en términos monetarios qué tanto "costaría" a la economía respetar las normas definidas de sostenibilidad. Se puede pensar de esto como un indicador de los *costos de sostenibilidad* y (una valuación monetaria) de "la distancia desde la sostenibilidad".¹⁷

Por lo tanto, es claro que los enfoques tanto del *ingreso nacional sostenible* y de *los capitales naturales críticos* (criterio de sostenibilidad "fuerte") dependen de los datos no monetarios y de las estimaciones. En otras palabras, una vez que dejamos la suposición reduccionista *a priori* del enfoque de la sostenibilidad débil, de la sustitución general valorable en términos monetarios en el margen, tanto las medidas como la información monetaria y biofísica se consideran esenciales. Estamos tratando con ambas dimensiones *económicas* y *ecológicas* de "sostenibilidad" —no se puede reducir uno ni lo otro.

Las medidas no monetarias y la sostenibilidad: ejemplos del análisis de energía

También es posible desarrollar criterios para la sostenibilidad y medidas de "costos para lograr la sostenibilidad" o "distancias desde la sostenibilidad", al usar sólo medidas no monetarias. Entonces la pregunta es ¿cómo tales medidas e indicadores físicos se pueden relacionar específicamente con las dimensiones "económicas" (preferencia humana y valuación) de selecciones sociales?

Los ejemplos más claros de indicadores no monetarios son aquellos que se establecen para caracterizar a las interdependencias de la economía y del ambiente en *términos materiales*, tales como, por ejem-

16 Hueting, R., P. R. Bosh. "Sustainable national income in the Netherlands: the calculation of environmental losses in money terms", presentado en el International Symposium: *Models of Sustainable development: exclusive or complementary approaches of sustainability*, organizado por el Centre Economie Espace Environnement (CSE) MERTS y l'Université de Paris I-Panthéon Sorbonne, Paris, marzo, 1994, pp. 16-18.

17 Faucheux, S. y G. Froger. "Le revenu national soutenable est il un indicateur de soutenabilité?", *revue française d'économie*, 9, núm. 2, 1994, pp. 3-37.

plo, el enfoque Ingreso de Material por Unidad de Servicio (IMUS) desarrollado como un indicador genérico del impacto ecológico de utilización de producto¹⁸ y en términos de *contabilidad energética*. Tales análisis se proponen como una base para la investigación en:

- a. ya sea que el crecimiento económico específico o los caminos de desarrollo son "sostenibles" en el largo plazo o no; y también
- b. lo que pueden ser los costos ecológicos de la trayectoria del sistema económico, en términos de inhibición de la actividad ecológica o destrucción de los ecosistemas.

Como un ejemplo de racionalidad de este tipo de análisis veremos brevemente algunos enfoques que caracterizan la sostenibilidad en *términos energéticos*, haciendo uso de una variedad de conceptos modeladores y de técnicas analíticas. En muchas formas, tales análisis se pueden ver como complementarios a los esfuerzos por definir la efectividad de costos y los costos de sostenibilidad en términos monetarios.

El objetivo general del "Análisis de Energía" como se desarrolló en los años setenta, es representar y analizar las interdependencias ambientales y económicas al usar los procedimientos *contables físicos* —notablemente leyes de conservación de masa y de energía. Sobre esta base, un número de diferentes medidas pueden ser útiles; las basadas en energía incluyen:¹⁹

1. La contabilización de energía basada directamente en la ley de la conservación de la energía (usualmente funciona con base en las medidas de *entalpía*, para todos los propósitos prácticos);
2. Técnicas de valuación basadas en exergía, que miden los flujos de energía en términos de su capacidad para generar trabajo mecá-

18 Schmidt-Bleek, F. "MPS: a universal ecological measure", *Fresenius Environmental Bulletin*, núm. 1, 1992, pp. 306-311.

19 Ver por ejemplo Peet, J. *Energy and the ecological economics of sustainability*, Washington D.C., Island Press, 1992. Faucheux, S. y G. Pillet. "Energy metrics: on various valuation properties of energy", en Pethig, R. (Ed.), *Valuing the environment: methodological and measurement issues*, Nueva York, Kluwer, 1994. O'Connor, M. "Entropy, structure and organisational change", *Ecological Economics*, núm. 3, 1991, pp. 95-122.

nico (y así, en general, inducir la transformación física en sistemas económicos y ambientales);

3. La llamada técnica de valuación basada en eMergía, que consiste en medir todos los recursos naturales y bienes y servicios producidos por su "transformación solar" (la cantidad de energía solar requerida, directa o indirectamente, por unidad del bien o servicio producido);
4. Los métodos de valuación basados en la entropía, que se fundamentan en medidas de cambios en entropía y en su producción, asociados con procesos de producción y consumo, que (en una forma son complementarios a análisis de exergía) se pueden usar para medir, entre otras cosas, las potencialidades de contaminación de varios procesos o resultados (en especial derivados y desperdicios).

Una amplia gama de medidas e indicadores se han construido con base en tales técnicas de análisis de energía, con referencia a los intereses de sostenibilidad; éstas incluyen, entre otros, (aquí sólo mencionamos unas pocas de las medidas mejor conocidas):²⁰

- a. *ERE* (Requisitos de Energía) indica los "costos energéticos" de proporcionar entradas de energía en una economía industrial en formas útiles como insumos de producción;²¹ mide la energía primaria necesaria para la generación de una cantidad de energía dada.
- b. *EROI* (Retorno sobre la Inversión en Energía), que es una proporción de energía distribuida a los costos de energía,²² es una forma de comparar la cantidad de energía entregada a la sociedad mediante un sistema de energía dado con la energía directa e indirecta usada en los procesos de entrega.

20 Ver también Faucheux, S. "Energy analysis and sustainable development", en Pethig, R. (Ed.), *Valuing the environment: methodological and measurement issues*, Nueva York, Kluwer, 1994.

21 Slesser, M. "Energy resources as natural capital", *International Journal of Global Energy Issues*, núm. 5, 1993, pp. 1-4.

22 Cleveland C.J., R. Costanza, C.A.S. Hall y R. Kaufmann. "Energy and the U.S. economy: a biophysical perspective", *Science*, núm. 225, 1984, pp. 890-897. Hall, C.A.S., C.J. Cleveland, y R. Kaufmann. *Energy and resource quality, the ecology of the economic process*, Nueva York, Wiley, 1986.

- c. *Superávit de exergía*, que es una medida de la eficiencia de la energía de un sistema económico; expresa la diferencia entre el valor de la exergía (contenido de energía libre) de los ingresos disponibles para la producción, y la cantidad de exergía disipada en una producción o en un proceso de consumo (o un sistema económico como un todo). Tal indicador permite ver si el desarrollo económico puede continuar en una base expandida o no.
- d. *Superávit de eMergía* expresa la diferencia entre la cantidad de eMergía disponible (del ambiente) y la cantidad de eMergía consumida por el sistema bajo análisis. Tal indicador nos permite ver si la tasa de cosecha de un recurso excede su tasa de renovación (se comprende en términos de la transformación solar del recurso).
- e. *Grado de entropía* es una medida relacionada con la capacidad de transporte ambiental; se calcula como una diferencia entre la generación de entropía mínima compatible con lograr un resultado dado o con reproducir el resultado con las mejores tecnologías existentes (Nm), y el incremento en entropía real que el sistema está produciendo (Ne). Entre mayor sea la diferencia entre Ne y Nm, menos sostenible es el desarrollo, debido a que la capacidad de transportación del ambiente se podría exceder más fácilmente.
- f. *Balances de energía externa*: una forma de valorar la sostenibilidad en el contexto de un sistema de economía abierto, es el de estimar los *balances externos*, que expresan la diferencia entre la cantidad total de energía útil exportada (perdida) del sistema y la cantidad total de energía importada. Tales balances se pueden calcular ya sea en *eMergía* o en términos de *exergía*. Una condición para asumir la sostenibilidad en un marco de una economía abierta es que esos balances estén en equilibrio.

Mientras que la justificación intuitiva para estos tipos de medidas es clara, se necesitan reconocer varios límites para su utilidad como indicadores relacionados con la sostenibilidad. Primero, en la práctica, el cálculo de este tipo de indicador implica empíricamente diversos problemas, debido a grandes cantidades de información, que se necesitan para evaluaciones basadas en energía, a causa de la falta de datos en este campo, y en algunos casos a la complejidad de los métodos de cálculo a usarse. Segundo, el análisis de energía en sí no representa satisfactoriamente todos los aspectos cualitativos del desarrollo sostenible, tales como la biodiversidad o las comodidades, ni los gustos sociales necesarios para la toma de decisiones ambientales.

Finalmente, se debería también enfatizar que los propósitos para los que sirven los análisis energéticos dependen mucho de:

- la escala del "sistema" que se esté analizando (por ejemplo, planetario, economía nacional, ecosistema local, sector industrial, etcétera);
- las escalas de tiempo de interés (inalterabilidades, normas de sostenibilidad, inseguridades);
- la naturaleza de las interacciones ambientales del sistema que se juzgan importantes (por ejemplo, tipos de material, entradas y salidas energéticas y los factores que determinan a éstas);
- el grado al que el sistema y el ambiente se consideran como exógenos en relación uno con el otro, o como dispuestos a aceptar ajustes coordinados.

Existen distintas formas en que los indicadores basados en energía y en la economía se pueden utilizar juntos, al estimar el estado de la economía y el ambiente con referencia a las normas de "sostenibilidad".

Por ejemplo, una vez que se logra una clara apreciación de lo energético y, más en general, de los *requisitos biofísicos para la sostenibilidad económica y ecológica*, como se expresa (por ejemplo) con los indicadores basados en energía, se proporciona un marco para considerar el grado en el cual un cambio tecnológico (por ejemplo, la sustitución o los cambios en productividad) puede aliviar la severidad del recurso y las restricciones en eliminación de desperdicios en la actividad y el crecimiento económico. Y contrariamente, se puede valorar la importancia de *selecciones sociales* alternas involucrando la conservación del ecosistema o la preservación de comodidades ambientales, o los patrones de transporte terrestres (etc.), para empeorar o mejorar todas las presiones en los recursos naturales y en el ambiente.

Consideraciones metodológicas para el uso de indicadores físicos

La pregunta del *uso efectivo* de "indicadores de sostenibilidad" se transforma rápidamente en una crítica, tanto en círculos de política como en un asunto para orientar más la investigación empírica y teórica. Así que queremos terminar esta breve perspectiva discutiendo algunas consideraciones metodológicas para el *uso de los indicadores físicos* en el trabajo en que hemos involucrado a una Comisión Europea de investigación de proyecto sobre *los indicadores no monetarios de sostenibilidad*.²³

La utilidad de las medidas físicas como "indicadores de sostenibilidad" depende del grado en el que las medidas que se proporcionan mediante el análisis (a través de observación empírica directa y/o modelaje) se siente que "captan" los verdaderos intereses de la sostenibilidad en las mentes de la sociedad o del político. Por lo tanto, en la selección y desarrollo de los indicadores basados en la energía, el proyecto ha puesto atención en particular a los intereses metodológicos relacionándose con:

- a. la definición del sistema y del ambiente en cuestión (incluyendo las formas en que cada uno está "abierto" o "cerrado" a las interacciones), y las formas en que los límites energéticos o los cambios en variables energéticas se definen y se proponen para "indicar" las salidas de un camino "sostenible" de actividad económica;
- b. las preguntas de cómo integrar la información que tales indicadores proporcionan, a través ya sea de los estudios empíricos o de simulación, dentro de los procedimientos sociales de toma de decisiones, involucrados no sólo con el carácter multi-facético de la sostenibilidad, sino con una amplia gama de otros problemas sociales, políticos y económicos.

²³ El Centro de Economía, Espacio y Ambiente de la Universidad de París I y la Universidad de Versailles (Francia) coordinan un programa de Investigación y Desarrollo de IEC (DG XII; programa de investigación y desarrollo en el campo ambiental) para 1992-94 en cooperación con el Instituto Universitario de Estudios Europeos de la Universidad Autónoma de Barcelona (España), con el Centro para Ecología Humana de la Universidad de Edimburgo (Escocia, Reino Unido) y con la Facultad de Economía y Administración de Empresas de la Universidad Estatal de Limburgo (Países Bajos) sobre este aspecto. El título del estudio en colaboración es "Aplicación de procedimientos no monetarios de evaluación económica para administrar un desarrollo sostenible".

Con relación al último interés sobre cómo se pueden usar efectivamente los indicadores, dos temas generales han surgido de la investigación hasta la fecha:

1. Lo adecuado de los indicadores múltiples, cada uno de los cuales se puede definir en una forma realmente no ambigua, y cada uno señala alguna característica o características consideradas importantes en el camino económico o ambiental, pero que no se puede reducir significativamente a un solo indicador "agregado" (problemas de no reducción y de inconmensurabilidad).
2. La necesidad de definir procedimientos para la organización de la información sostenida desde indicadores múltiples, para que los discernimientos obtenidos de cada uno puedan establecerse provechosamente en relación con los discernimientos de otros (sin falso reduccionismo).

En nuestro trabajo, este requisito de procedimiento se ha enfocado en términos de i) conceptos de "racionalidad de procedimientos" para trabajar tanto con indicadores monetarios y no monetarios (esencialmente energéticos) como en una forma estructurada;²⁴ y ii) la noción de "ciencia posnormal" que proporciona una forma de pensar sobre la manera en que las consideraciones científicas y los juicios políticos y éticos necesariamente soportan a cada uno en la evaluación de posibles políticas y cursos de acción.²⁵

Finalmente, nos gustaría enfatizar que, en el análisis de sostenibilidad, el principal *enfoque* está en los *patrones temporales de actividad económica y cambio ecológico*, en vez de las tasas y niveles en un sólo momento en el tiempo. Esta perspectiva temporal es la razón principal del porqué es necesario hacer uso de una variedad de modelos y métodos de medida, para comprender tanto como sea posible los límites y posibilidades del cambio del sistema, las selecciones disponibles y sus consecuencias tanto ecológicas como sociales y económicas.

²⁴ Faucheux, S., G. Froger, y J.F. Noël. "Quelle hypothèse de rationalité pour le développement soutenable?", *Economie Appliquée*, Tomo XLVI, núm. 4, 1993, pp. 59-103.

²⁵ Funtowicz, S.O. y J.R. Ravetz. "Global environmental issues and the emergence of second order science", en Costanza, R. (Ed.), *Ecological economics: the science and management of sustainability* (Acta de sesión de la Conferencia ISXX sostenida en Washington D.C., mayo de 1990), Nueva York/Oxford, Columbia University Press.