

medio ambiente y desarrollo

Sostenibilidad y desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico

Gilberto Gallopín



NACIONES UNIDAS



**División de Desarrollo Sostenible y
Asentamientos Humanos**

Proyecto NET/00/063 “Evaluación de la Sostenibilidad
en América Latina y el Caribe”
CEPAL/Gobierno de los Países Bajos

Santiago de Chile, mayo de 2003

Este documento fue preparado por el señor Gilberto Gallopín, Asesor Regional de Política Ambiental de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, dentro del marco del proyecto NET/00/063 patrocinado por el Gobierno de los Países Bajos. El autor agradece las observaciones a versiones preliminares de este trabajo formuladas por los señores Jean Acquatella, Alicia Bárcena, Isabel A. Gómez, Carlos de Miguel y Andrés Schuschny.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas

LC/L.1864-P

ISBN: 92-1-322181-9

ISSN impreso: 1564-4189

ISSN electrónico: 1680-8886

Copyright © Naciones Unidas, mayo de 2003. Todos los derechos reservados

N° de venta: S.02.II.G.35

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

Índice

Resumen	5
I. Introducción	7
II. Concepto básico de sostenibilidad	9
III. El sujeto de la sostenibilidad	13
IV. Búsqueda de los atributos fundamentales que subyacen la sostenibilidad de los sistemas socioecológicos	19
V. El desarrollo sostenible	21
A. Las bases éticas del desarrollo sostenible	22
B. Dinamismo	23
C. Concepto	23
D. Implementación	24
E. Un abanico de perspectivas	25
VI. Las diferentes apariencias del desarrollo	27
VII. Paradigmas alternativos del desarrollo sostenible	31
Paradigma 1: Estandarización	33
Paradigma 2: Optimización	34
Paradigma 3: Pesimización	34
Paradigma 4: Ecuilibración	35
Paradigma 5: Estabilización	35
VIII. Conclusiones	37
Bibliografía	39
Serie Medio ambiente y desarrollo: números publicados	41

Índice de cuadros

Cuadro 1	Puntos de vista teóricos sobre el desarrollo sostenible.....	25
----------	--	----

Índice de gráficos

Gráfico 1	Sistema abierto: las variables de estado son aquéllas internas al sistema	10
Gráfico 2	Transiciones de estado de un sistema de estado finito	11
Gráfico 3	La posición antropocéntrica a ultranza	14
Gráfico 4	La posición biocéntrica a ultranza	14
Gráfico 5	Un sistema socioecológico	15
Gráfico 6	Representación de un sistema socioecológico destacando las relaciones de inclusión.....	16
Gráfico 7	Representación de un sistema socioecológico (óvalo grande) destacando las relaciones funcionales, tanto internas como con el mundo externo	16
Gráfico 8	Representación del desarrollo, la sostenibilidad, el crecimiento económico y la calidad de vida en un diagrama de conjuntos	28
Gráfico 9	Las diferentes apariencias del desarrollo.....	29
Gráfico 10	Trayectorias de desarrollo alternativas	30
Gráfico 11	Representación ideal del espacio de estado de un sistema socioecológico	32
Gráfico 12	Espacio de estados genérico para representar la coevolución de N y H.....	33
Gráfico 13	Trayectorias de estado originadas en el estado actual P_0	34

Resumen

Los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible se examinan desde una perspectiva sistémica. En su sentido más general, la sostenibilidad de un sistema puede representarse mediante una función no decreciente de valuación de las salidas o productos del sistema analizado que son de interés.

Se examinan distintas concepciones sobre el sistema de referencia, desde una antropocéntrica a ultranza hasta una extremadamente bio o ecocéntrica y se las relacionan con los criterios (basados en la sustituibilidad supuesta entre el capital natural y el capital manufacturado) de sostenibilidad muy fuerte, fuerte, débil y muy débil.

Se propone y analiza un conjunto de factores determinantes de la sostenibilidad, incluidas la disponibilidad de recursos, la adaptabilidad/flexibilidad, la homeostasis, la capacidad de respuesta, la auto dependencia (*self-reliance*) y el empoderamiento.

Se analizan el concepto de desarrollo sostenible y las perspectivas teóricas que han sido utilizados en la bibliografía pertinente.

La relación entre sostenibilidad, desarrollo, no-desarrollo y desarrollo viciado, así como el crecimiento económico material y no material, se mapean en un diagrama de Venn y se identifican trayectorias alternativas para el logro del desarrollo sostenible para los países ricos y pobres.

Se resumen cinco paradigmas/estrategias de desarrollo sostenible alternativos, mostrando la complejidad del proceso de elección de la acción acertada para avanzar hacia el desarrollo sostenible.

I. Introducción

La sostenibilidad y en especial el desarrollo sostenible se cuentan entre los conceptos más ambiguos y controvertidos de la literatura. El presente documento procura examinar estos conceptos desde una perspectiva sistémica tratando de extraer de ellos sus elementos fundamentales.

Es cada vez más evidente que la búsqueda de la sostenibilidad y del desarrollo sostenible exige integrar factores económicos, sociales, culturales, políticos y ecológicos (CNUMAD, 1992; Gallopín y otros, 2001; Kates y otros, 2001). Requiere la articulación constructiva de los criterios que abordan el desarrollo de arriba hacia abajo con las iniciativas de base, que van de abajo hacia arriba. Exige tener en cuenta al mismo tiempo los aspectos locales y globales y la forma en que se relacionan recíprocamente. Finalmente, requiere ampliar el horizonte espacial y temporal para adaptarse a la necesidad de equidad intergeneracional así como intrageneracional.

Al abordar estas cuestiones, el enfoque sistémico puede proporcionar una perspectiva más útil que otros métodos analíticos, debido a que es una manera de reflexionar en función de conexiones, relaciones y contexto.

En la Sección II se propone una definición general de la sostenibilidad aplicable a cualquier sistema abierto, que distingue entre la sostenibilidad de los productos del sistema y la del sistema como tal. La Sección III trata de las importantes diferencias ideológicas asociadas a la elección del sistema de referencia en las discusiones sobre la sostenibilidad y los conceptos económicos conexos de sostenibilidad débil o fuerte.

En la Sección IV se propone un conjunto de atributos fundamentales válidos a nivel de todo un sistema que subyacen la sostenibilidad del sistema. La Sección V introduce el concepto de desarrollo sostenible y examina los distintos ángulos teóricos a partir de los cuales se ha abordado. La Sección VI presenta un análisis de distintas situaciones de desarrollo, distinguiendo entre desarrollo, no-desarrollo y desarrollo viciado en función de su sostenibilidad, deseabilidad, y entre la situación de los países ricos y pobres. La Sección VII examina cinco paradigmas alternativos de desarrollo sostenible que aclaran diferencias de importancia estratégica en cuanto a metas y cosmovisión.

Finalmente, la Sección VIII presenta una serie de conclusiones derivadas del análisis realizado.

II. Concepto básico de sostenibilidad

Pese a la complejidad del concepto de sostenibilidad, aplicando un enfoque sistémico es posible discernir algunas de sus características fundamentales y de carácter más general.

A los efectos del presente trabajo, un sistema es simplemente un conjunto de elementos (o subsistemas) relacionados entre sí. Los elementos pueden ser moléculas, organismos, máquinas o partes de ellas, entidades sociales e incluso conceptos abstractos. Asimismo, las relaciones, interconexiones, o “eslabonamientos”¹ entre los elementos se pueden manifestar de maneras muy diferentes (transacciones económicas, flujos de materia o energía, vínculos causales, señales de control, entre otros).

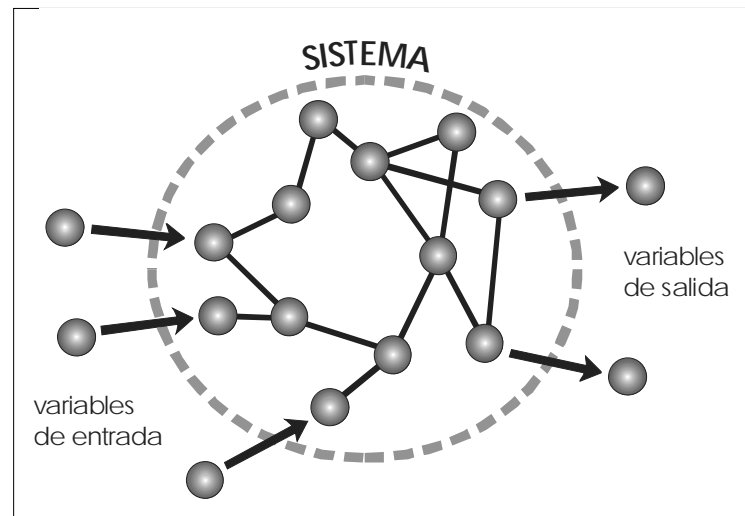
Todos los sistemas que tienen existencia material son abiertos y mantienen intercambios de energía, materia e información con su ambiente que son importantes para su funcionamiento.² En consecuencia, el comportamiento de un sistema, “lo que hace”, no sólo depende del sistema mismo sino también de los factores, elementos o variables provenientes del ambiente del sistema y que ejercen influencia en él (las “variables de entrada”, o insumos); por otra parte, como lo ilustra el Gráfico 1, el sistema genera variables que influyen en el entorno (las “variables de salida” o productos) .

¹ En términos abstractos, el sistema se define por los elementos y las relaciones entre ellos. En esta oportunidad se utiliza el término “relación” en su sentido amplio e incluye términos similares, tales como “restricción”, “estructura”, “organización”, “cohesión”, “interacción”, “interconexión”, “correlación” y “patrón”.

² A veces los sistemas abiertos a la energía pero cerrados al intercambio de materia son denominados sistemas **aislados**, pero aquí esta distinción carece de importancia.

Gráfico 1

SISTEMA ABIERTO: LAS VARIABLES DE ESTADO SON AQUÉLLAS INTERNAS AL SISTEMA



Fuente: elaboración del autor.

Así pues, el estado del sistema,³ esto es, el conjunto de variables adoptado por todas las variables internas del sistema en un momento dado, está determinado por el estado anterior del sistema y por los insumos que éste haya recibido en el último período de tiempo.⁴

Para expresarlo en forma sencilla, y lo mismo se aplica a los sistemas continuos, puede representarse (Gallopín, 1996) mediante la definición canónica de un sistema general de estado finito, (Gill, 1969) como sigue:

$$\begin{cases} S_{t+1} = F(S_t, I_t) \\ O_{t+1} = G(S_t, I_t) \end{cases}$$

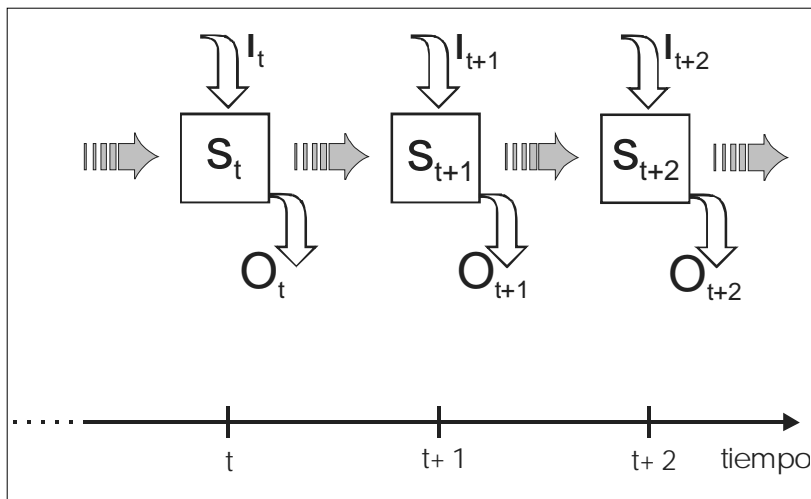
Donde **S** indica el estado interno del sistema, **I** es el vector de insumos (la lista de todas las variables de entrada o insumos), **O** el vector de variables de salida o productos del sistema y **F** y **G** funciones (deterministas o probabilísticas). El subíndice **t** indica el tiempo. Las variables de salida son aquéllas que se considera importantes para el desempeño del sistema; algunas de ellas (o todas) pueden ser variables de estado. En general, todas las variables pueden cambiar en el tiempo, el espacio y la "población".⁵ El par de ecuaciones que figura más arriba define el comportamiento del sistema. Para una representación visual, véase el gráfico 2.

³ Definido de la manera más general, un estado es "cualquier condición bien definida susceptible de reconocerse si ocurre nuevamente" (Ashby, 1956).

⁴ En general, la memoria de los cambios ocurridos en el pasado está implícita en el valor actual del estado y, en consecuencia, este planteamiento genérico también es aplicable a los sistemas que tienen desfases temporales.

⁵ Cualquier agrupación significativa, como empresa, tipo, país, o tramo de ingreso.

Gráfico 2
TRANSICIONES DE ESTADO DE UN SISTEMA DE ESTADO FINITO



Fuente: elaboración del autor.

Utilizando este marco, la sostenibilidad puede definirse en términos elementales⁶ como

$$V(O_{t+1}) \geq V(O_t)$$

Donde V es la función de valuación de las salidas o productos del sistema (esto es, un sistema es sostenible cuando el “valor” neto del producto obtenido –no necesariamente en términos económicos– no disminuye en el tiempo). Toda asignación de valor entraña un fuerte componente subjetivo y, en consecuencia, la especificación de la función de V (y la elección de las variables de salida que son de interés) pueden variar ampliamente y reflejar la gama de percepciones y puntos de vista respecto de las relaciones entre la naturaleza y la sociedad, algunos de los cuales se examinan en la sección siguiente. Para algunos, O no es más que el acervo total de capital y V una medida monetaria de ese capital. Para otros, V es algún tipo de función agregada de bienestar, y O puede estar diferenciado en capital natural, manufacturado y social. O bien, V puede ser una función de valuación que incluya algunas prioridades éticas para la conservación de todas las especies vivas, y estar expresada en unidades no monetarias. Muchas de las discrepancias respecto del significado de la sostenibilidad y el desarrollo sostenible se manifiestan precisamente en la especificación explícita o implícita de la función y los razonamientos que la sustentan.

A veces, lo que interesa es la sostenibilidad del sistema como tal (por ejemplo, la conservación de un ecosistema natural, un bosque de especies autóctonas); en este caso, las variables de salida son iguales a las variables de estado (en otros términos, lo que se persigue es conservar el sistema en sí). Cuando las variables de salida son distintas de las variables de estado, hablamos de la sostenibilidad de la salida (s) o producto (s) del sistema (por ejemplo, el rendimiento de un ecosistema agrícola),⁷ y no necesariamente de la sostenibilidad del sistema mismo.

⁶ Pueden formularse definiciones más complejas, por ejemplo, utilizando la integral de los productos en el tiempo.

⁷ Esto puede relacionarse con el concepto de corriente o flujo de “producción (o consumo) no decreciente”, a que se refieren los economistas.

Al hablar de sostenibilidad de un sistema hay que dejar en claro de qué sostenibilidad se trata, porque las implicancias pueden variar mucho según el caso. Es posible que a veces nos interese sostener parte del producto, pero cambiar el sistema.⁸ El desarrollo sostenible implica cambio; a veces queremos mejorar o transformar el sistema mismo, en cambio otras, queremos cambiar el sistema para mejorar algunos de sus productos.

⁸ Por ejemplo, cuando la idea es avanzar de una dictadura militar a un sistema democrático y al mismo tiempo conservar el sector manufacturero desarrollado durante la dictadura.

III. El sujeto de la sostenibilidad

El análisis anterior ayuda a esclarecer algunas de las diferencias que subyacen las discusiones acerca de la sostenibilidad y el desarrollo sostenible. En los extremos se ubican, por una parte, los que sólo prestan atención a la sostenibilidad del sistema social o socioeconómico⁹ y, por la otra, quienes privilegian únicamente la sostenibilidad de la naturaleza. De manera simplificada, los puntos de vista alternativos pueden caracterizarse de la siguiente manera:

Sostenibilidad del sistema humano únicamente. Llevado al extremo, si los recursos naturales y los servicios pudieran sustituirse íntegramente, este punto de vista podría llevar a que la Tierra se convirtiera en un planeta totalmente artificial. Por ejemplo, de acuerdo con la concepción economicista clásica, el sistema que importa es la economía, y la naturaleza se relega a la función de proveedora de recursos y servicios naturales y a sumidero de los desechos producidos por la actividad humana (gráfico 3). Esto es consistente con el concepto de “sostenibilidad muy débil”¹⁰ (Turner, 1993). De acuerdo con este enfoque, el capital natural y el manufacturado pueden sustituirse perfectamente entre sí. La sustituibilidad de los distintos tipos de capital implica que lo fundamental es conservar un nivel agregado de capital natural más capital manufacturado, y no preservar el capital natural en particular.¹¹

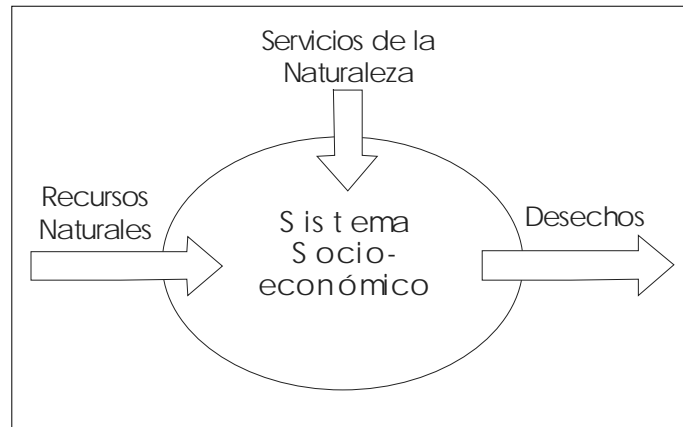
⁹ Obsérvese que el término “social” incluye aquí todo aquello que es humano (económico, social, demográfico, cultural, etc.).

¹⁰ Pearce y Atkinson (1992) acuñaron los conceptos de sostenibilidad débil y fuerte. Por su parte, Turner (1993) los subdividió en muy débil, débil, fuerte y muy fuerte.

¹¹ Incluye la denominada “sostenibilidad de Hartwick-Solow” que exige que se conserve todo el acervo de capital (natural y manufacturado) de la sociedad, y la “sostenibilidad de Hickson” para la cual se requiere un consumo no decreciente, incluido el consumo de bienes y servicios ambientales (Ayres y otros, 1998).

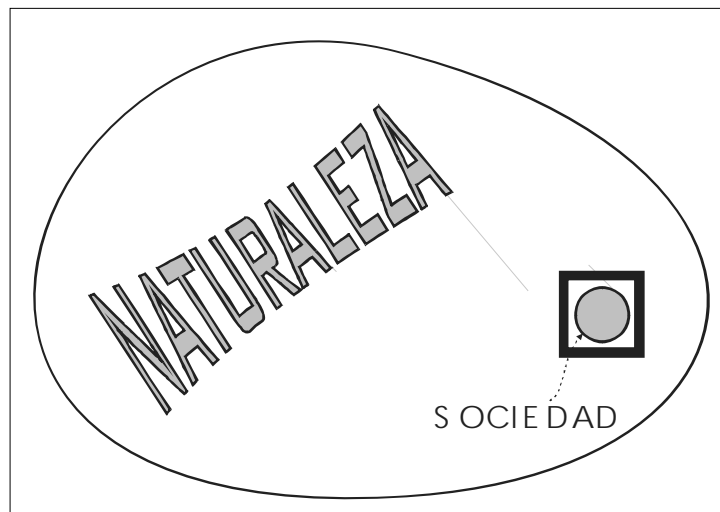
Se considera que la sostenibilidad de los sistemas ecológicos reviste importancia sólo en la medida en que sea necesaria para la sostenibilidad del componente humano. Pero es demasiado lo que no sabemos y en esta situación hay que aplicar el principio precautorio.¹² Cuando hay incertidumbre, para incorporar un nivel adecuado de aversión al riesgo es preciso adoptar un enfoque precautorio. Además, hay que tener presentes la deseabilidad o preferencias: ¿nos agradaría vivir en un planeta artificial?

Gráfico 3
LA POSICIÓN ANTROPOCÉNTRICA A ULTRANZA



Fuente: elaboración del autor.

Gráfico 4
LA POSICIÓN BIOCÉNTRICA A ULTRANZA

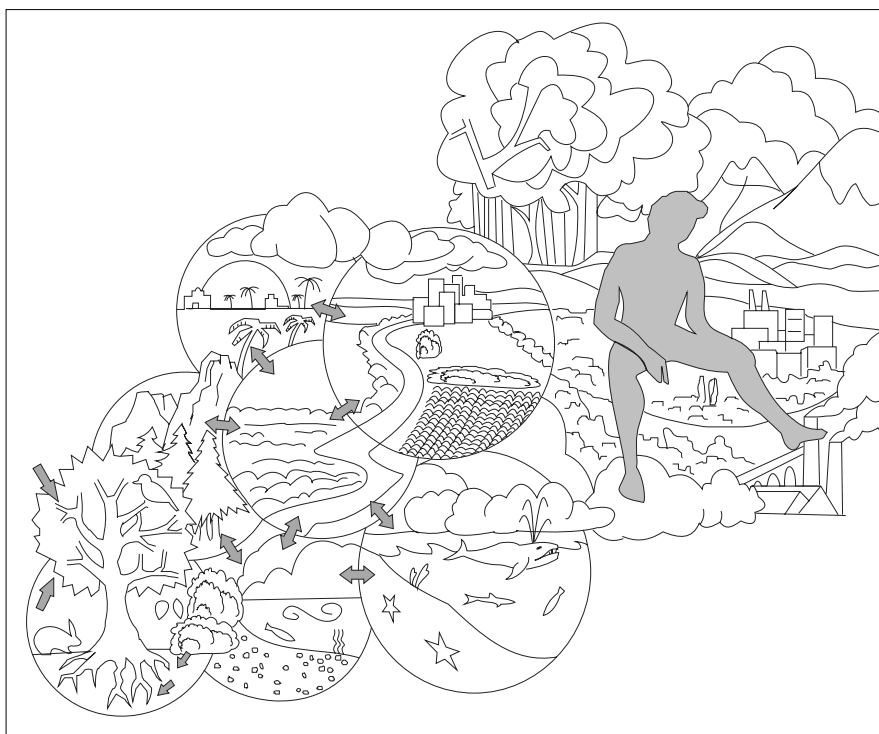


Fuente: elaboración del autor.

¹² La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, de las Naciones Unidas, de 1992, lo define de la siguiente manera: “Ante las amenazas de daños irreversibles, la falta de conocimientos científicos no debe ser excusa para postergar la adopción de medidas efectivas para prevenir la degradación ambiental.”

Sostenibilidad del sistema ecológico principalmente, aunque signifique eliminar o desplazar el componente humano (gráfico 4). Quienes afirman que el valor supremo es la sostenibilidad ecológica, y no equiparan ni subordinan ésta a la sostenibilidad económica y social, representan una posición “verde a ultranza”, en contraposición a la antropocéntrica extrema. Esta perspectiva es consistente con el concepto de “sostenibilidad muy fuerte”. De acuerdo con esta posición, los recursos naturales no pueden ser sustituidos por capital elaborado por el hombre. En consecuencia, no pueden agotarse sin que se produzca una pérdida irreversible de bienestar social. La sostenibilidad muy fuerte propugna una solidaridad ecológica más fundamentalista con la Tierra y todas las formas de vida. Este punto de vista es más compatible con una economía de estado estacionario. En este caso, el prerrequisito ético de la sostenibilidad es la preservación del ambiente –un punto de vista biocéntrico. Para la mayoría de nosotros resulta inaceptable perseguir la sostenibilidad ecológica mermando el interés por los aspectos sociales y económicos, al punto de excluir a los seres humanos o aumentar la pobreza.¹³

Gráfico 5
UN SISTEMA SOCIOECOLÓGICO



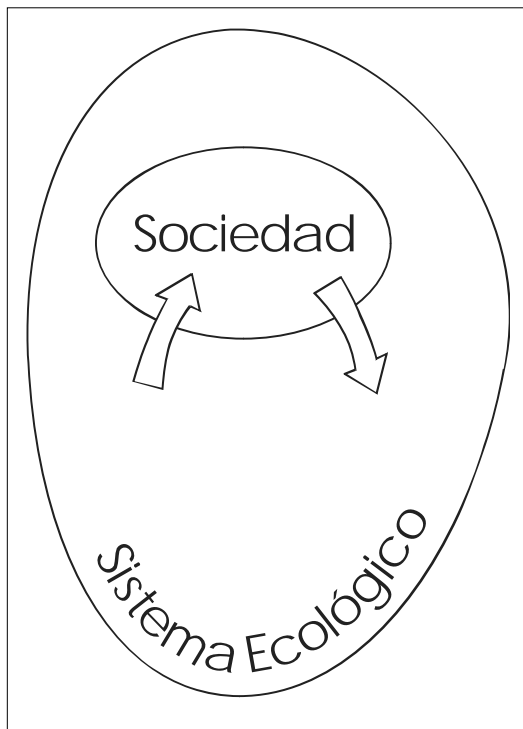
Fuente: modificado de Castri (1981).

Sostenibilidad del sistema socioecológico total. A largo plazo, la única opción que tiene sentido es procurar alcanzar la sostenibilidad del sistema socioecológico completo. Las razones que justifican tener en cuenta el sistema como un todo es la existencia de importantes vinculaciones entre sociedad y naturaleza. Se entiende por sistema socioecológico (Gallopín y otros, 1989) un sistema formado por un componente (subsistema) societal (o humano) en interacción con un componente ecológico (o biofísico). Puede ser urbano o rural y puede definirse a diferentes escalas,

¹³ Algunos sostienen que este punto de vista podría justificarse en algunas situaciones concretas, muy localizadas, como ser no permitir la presencia humana en los parques nacionales. El punto es debatible.

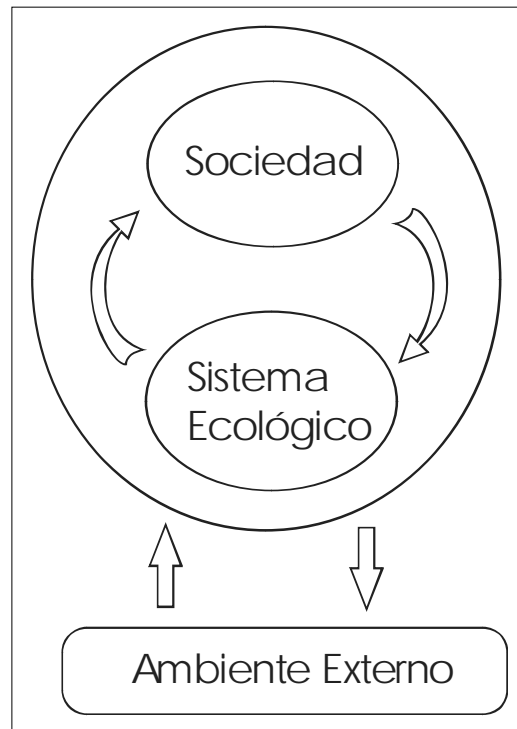
desde lo local a lo global.¹⁴ (Véase el gráfico 5 para una representación alegórica; los gráficos 6 y 7 son representaciones sistémicas alternativas). Esta perspectiva es compatible con la idea de “sostenibilidad fuerte”. De acuerdo con ella, los distintos tipos de capital no son necesariamente sustituibles, de tal modo que habría que conservar independientemente, en términos físico/biológicos reales, cantidades mínimas de una serie de tipos de capital diferentes (económico, ecológico, social). La razón principal de esta insistencia deriva del reconocimiento de que los recursos naturales son insumos esenciales de la producción económica, del consumo o del bienestar, que no pueden sustituirse por capital físico o humano. Se considera que hay componentes ambientales de carácter único y que algunos procesos ambientales pueden ser irreversibles (en los horizontes de tiempo relevantes). En consecuencia, que la sostenibilidad sea fuerte significa que hay que mantener el agregado total del capital natural esencialmente en sus niveles actuales. De acuerdo con este concepto, toda trayectoria de desarrollo que conduzca a una reducción general del acervo de capital humano (o, en especial, a una disminución por debajo del mínimo) deja de ser sostenible aunque aumenten otras formas de capital.¹⁵

Gráfico 6
REPRESENTACIÓN DE UN SISTEMA
SOCIOECOLÓGICO DESTACANDO LAS
RELACIONES DE INCLUSIÓN



Fuente: elaboración del autor.

Gráfico 7
REPRESENTACIÓN DE UN SISTEMA
SOCIOECOLÓGICO (ÓVALO GRANDE)
DESTACANDO LAS RELACIONES FUNCIONALES,
TANTO INTERNAS COMO CON EL MUNDO
EXTERNO



Fuente: elaboración del autor.

¹⁴ El nivel local puede ser un hogar y sus interacciones con su entorno inmediato, mientras que el término global indicaría toda la humanidad y sus interacciones con el mundo natural o biosfera.

¹⁵ En este caso, la sostenibilidad es concebida como el tener posibilidades no decrecientes de vida (Ayres y otros, 1998).

La sostenibilidad del sistema socioecológico total puede también ser compatible con la idea de “sostenibilidad débil”. Ésta hace hincapié en el valor de proteger procesos ecológicos y bioquímicos que, una vez perdidos, son irrecuperables. Estos procesos y su conjunto asociado de especies, se conocen como capital natural crítico. La sustitución de éste no debería permitirse, pero fuera de ello, capital manufacturado de igual valor puede ocupar el lugar del capital natural.¹⁶ Considerando los argumentos sobre la inconmensurabilidad del capital ecológico y manufacturado,¹⁷ uno de los problemas importantes que se plantea es la elección de criterios para asignar un valor a los activos ecológicos.

¹⁶ Se dice que la sostenibilidad de una sociedad es débil si el bienestar no disminuye de generación a generación.

¹⁷ No susceptible de ser medidos respecto de un estándar común.

IV. Búsqueda de los atributos fundamentales que subyacen la sostenibilidad de los sistemas socioecológicos

Cabe preguntarse qué se necesita para que un sistema socioecológico sea sostenible. Según el sistema y el componente concretos de que se trate (suelo, vegetación, grupo social, etc.), pueden identificarse diversas características. Sin embargo, parece razonable suponer que existen algunas características sistémicas genéricas que son universalmente requeridas para la sostenibilidad de los sistemas socioecológicos. Gallopín (1994) propone un conjunto de atributos básicos necesarios para la sostenibilidad del sistema como un todo. Algunos de ellos surgen de subsistemas ecológicos y humanos, mientras que otras sólo provienen del subsistema humano, pero todos ellos son importantes a nivel del sistema socioecológico en su conjunto. Estas propiedades fundamentales serían las siguientes:

- **Disponibilidad de recursos.** Ésta es una característica obvia y puede incluir recursos (por ejemplo, agua, luz solar, dinero, etc.), activos y dotación de derechos (*entitlements*).
- **Adaptabilidad y flexibilidad (en contraposición a rigidez).** Cierta grado de ductilidad¹⁸ es necesario para detectar e interpretar los cambios que ocurren en el mundo exterior. Si se pierde esa capacidad, el sistema puede

¹⁸ Se entiende por ductilidad la capacidad del sistema socioecológico como un todo de ser influenciado y modificado por su medio.

tornarse rígido e incapaz de detectar los cambios. A medida que el ambiente va cambiando sin que el sistema lo perciba, o bien lo perciba sin adaptarse a las nuevas condiciones, en algún momento se producirá su colapso, porque su comportamiento ya no será compatible con la nueva situación.

- **Homeostasis general: estabilidad, resiliencia, robustez (en contraposición a vulnerabilidad, fragilidad).** Esta característica tiene que ver con la capacidad del sistema de mantener o preservar los valores de las variables esenciales cerca de, o en torno a, una trayectoria o estado determinados (estabilidad), un dominio de atracción (resiliencia), o una estructura del sistema (robustez).

Esta capacidad puede irse erosionando lentamente en forma difícil de percibir. La gestión de los recursos naturales contiene numerosos ejemplos en que ello ha sucedido y ha conducido a una pérdida de homeostasis en distintos planos. A manera de ejemplo de esta situación, la difusión acelerada de la epidemia de cólera que se produjo en América Latina en 1994 puede relacionarse con el debilitamiento gradual de los servicios básicos de saneamiento en la década de los ochenta (la “década perdida” para la región). Al respecto, una observación importante (Nicolis y Prigogine, 1997; Prigogine y Stengers, 1979) es que la nueva estructura surgida del cambio estructural es de por sí impredecible.

- **Capacidad de respuesta.** Esta característica se refiere a la capacidad del sistema socioecológico de hacer frente al cambio.

En cierto modo, se relaciona con la capacidad de mantener o ampliar la gama de opciones del sistema. También se asocia con “la capacidad de cambiar de estrategia según las circunstancias”.

La capacidad de respuesta se basa en la adaptabilidad, la homeostasis y la capacidad de darse cuenta (*awareness*).

- La auto-dependencia (*self-reliance*) (en contraposición a la dependencia).¹⁹ Se refiere a la capacidad de un sistema socioecológico de regular sus interacciones con el medio. Depende de la medida en que el sistema ejerza control sobre sus propias interacciones con su ambiente.
- Empoderamiento (*empowerment*). Esta característica denota la capacidad del sistema socioecológico no sólo de responder al cambio, sino de innovar y de inducir el cambio en otros sistemas en procura de sus propias metas. Cabe señalar que esta característica puede aplicarse específicamente al subsistema humano, pero no al subsistema ecológico.²⁰

El conjunto de características que figura en los párrafos anteriores constituye una propuesta preliminar, que apunta a la necesidad de reflexionar acerca de los atributos básicos que subyacen la sostenibilidad y no meramente a los de las partes o componentes del sistema.

¹⁹ No hay que confundir la auto-dependencia con la autosuficiencia o la autarquía.

²⁰ En cierto sentido, el proceso natural de evolución a menudo lleva a que algunas especies influyeran a otras (por ejemplo, la competencia o el mutualismo) pero este “empoderamiento” no consciente se desarrolla en horizontes de tiempo mucho más largos que las acciones humanas aquí analizadas.

V. El desarrollo sostenible²¹

Sostenibilidad no es lo mismo que inmovilidad. Aunque a veces se la define como el mantenimiento de un estado del sistema en un valor fijo, ello no es científicamente correcto. En efecto, hasta los sistemas vírgenes están en permanente variación, lo que involucra la renovación y destrucción de sus componentes, adaptándose a los cambios de sus ambientes y coevolucionando junto con ellos. Numerosos casos relacionados con pesquerías, gestión de bosques y flora y fauna silvestre, así como otras formas de ordenación de los recursos ecológicos, demuestran que los intentos de “congelar” las variables del sistema para lograr un “desempeño óptimo” a menudo han conducido a una pérdida de la resiliencia del sistema e incluso a su colapso (Holling, 1973, 1986).

Todos los sistemas vivos son cambiantes y lo fundamental no es eliminar los cambios sino evitar la destrucción de las fuentes de renovación,²² a partir de las cuales el sistema puede recuperarse de las inevitables tensiones y perturbaciones a que está expuesto debido a su condición de sistema abierto.

El concepto de desarrollo sostenible es muy distinto del de sostenibilidad,²³ en el sentido de que la palabra “desarrollo” apunta claramente a la idea de cambio, de cambio gradual y direccional. Como se verá más adelante, el desarrollo no significa necesariamente crecimiento cuantitativo, ya que se asemeja más bien al concepto de

²¹ Gallopín y Christianson (2000).

²² Las fuentes de renovación a menudo son específicas del sistema de que se trate; por ejemplo, la renovación de los bosques tropicales húmedos depende críticamente de que se conserve el sotobosque, y en el caso de muchos sistemas sociales las fuentes de renovación radican en el capital social y natural.

²³ Que puede aplicarse al mantenimiento de una situación existente o de un estado de un sistema.

despliegue cualitativo de potencialidades de complejidad creciente (que, según el caso concreto, puede o no incluir o requerir crecimiento cuantitativo).

Aquí, lo que se sostiene, o debe hacerse sostenible, es el proceso de mejoramiento de la condición humana (o mejor, del sistema socioecológico en el que participan los seres humanos), proceso que no necesariamente requiere del crecimiento indefinido del consumo de energía y materiales.

Vivimos en una época de enormes transformaciones demográficas, tecnológicas y económicas. En un intento por asegurar que los cambios que afectan a la humanidad sean para mejor, la comunidad mundial ha iniciado el proceso de redefinición del progreso. Este intento de redefinir el progreso es lo que se conoce como desarrollo sostenible.

La velocidad y magnitud del cambio global, la creciente conectividad de los sistemas sociales y naturales y la complejidad cada vez mayor de las sociedades y de sus impactos sobre la biosfera, ponen de relieve que el desarrollo sostenible debe orientarse no sólo a preservar y mantener la base ecológica del desarrollo y la habitabilidad, sino también a aumentar la capacidad social y ecológica de hacer frente al cambio, y la capacidad de conservar y ampliar las opciones disponibles para confrontar un mundo natural y social en permanente transformación.

En consecuencia, el concepto de desarrollo sostenible no puede significar simplemente la perpetuación de la situación existente. La pregunta central es qué es lo que ha de sostenerse, y qué es lo que hay que cambiar. Para avanzar hacia el desarrollo sostenible se necesita:

- Eliminar las rigideces y obstáculos acumulados;
- Identificar y proteger la base de conocimientos y experiencia acumulados que son importantes como los cimientos para avanzar;
- Sostener las bases sociales y naturales de adaptación y renovación, e identificar y acrecentar la capacidad necesaria de renovación que se ha perdido;
- Estimular la innovación, la experimentación y la creatividad social.

El cuerpo de literatura sobre el tema del desarrollo sostenible es a la vez abundante y discordante. Puede ser que la multiplicidad de opiniones acerca del desarrollo sostenible indique la importancia de lo que está en juego. En realidad, tratar de elaborar un marco nuevo de razonamiento humano capaz de sentar las bases de los arreglos de nuestra sociedad en evolución es cuestión de gran importancia.

Naturalmente, entre la variedad de criterios para abordar el desarrollo sostenible hay elementos recurrentes que brindan cierta coherencia interna a la literatura pertinente. En la presente sección se procura pasar revista a los elementos básicos del concepto de desarrollo sostenible.

A) Las bases éticas del desarrollo sostenible

Las opiniones acerca de lo que constituye el fundamento ético del desarrollo sostenible varían. Uno de los problemas éticos a que se refiere con frecuencia la bibliografía sobre el desarrollo sostenible es el de la justicia intergeneracional.²⁴ (Costanza, 1991; Vercelli, 1998). Esta preocupación aparece expresamente en la definición general de desarrollo sostenible elaborada por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (para la definición, véase la subsección que figura a continuación).

En especial, la idea de que habría que compensar a las generaciones futuras por la merma de la dotación de recursos provocada por la acción de las actuales generaciones suele contraponerse a

²⁴ Íntimamente relacionado con el paradigma de “eigualización” del desarrollo sostenible (véase la Sección VI).

otra base ética del desarrollo sostenible que se menciona con frecuencia –la equidad intrageneracional–. Ésta se ocupa de la disminución de la disparidad de recursos entre quienes viven actualmente.

Otra preocupación ética, que complementa los objetivos antropocéntricos de la justicia intergeneracional e intrageneracional es la preocupación ecocéntrica de preservación de la diversidad biológica, preocupación que a veces se denomina como Biofilia (Wilson, 1986), ya mencionada en la Sección III. La biofilia constituye una apreciación del valor intrínseco de la naturaleza. El objetivo ecocéntrico de la biofilia es conservar la diversidad, desde la de las especies a la de los ecosistemas (Bergh y Jeroen, 1996). La escuela del Ecologismo Profundo (*Deep Ecology*) ha propuesto diferentes variaciones sobre el tema de la biofilia (Drengson e Inoue, 1995).

B) Dinamismo

El desarrollo sostenible no puede existir como un estado de equilibrio estático que puede regularse con referencia a límites constantes y a un concepto simple del equilibrio entre las varias dimensiones (Brooks, 1992). La innovación tecnológica permanente y las modificaciones que experimenta la organización social hacen que el desarrollo sostenible sea un proceso dinámico. El ritmo del cambio es un factor importante para la determinación del desarrollo sostenible (Froger y Zyla, 1998). Parte importante del proceso de posibilitar el desarrollo sostenible es aprender a conocer la forma en que las tasas de cambio influyen en el comportamiento de los sistemas sociales, ecológicos y económicos.

C) Concepto

Desde que se introdujo, a fines de los años setenta, el concepto de desarrollo sostenible ha sugerido la posibilidad de una síntesis entre desarrollo económico y preservación del medio ambiente (Bergh y Jeroen, 1996). La necesidad de esta clase de síntesis deriva en gran parte del hecho de que la permanente disminución del acervo ecológico no puede sustentar indefinidamente niveles crecientes (o quizá incluso constantes al nivel global actual) de transflujo (*throughput*) económico material (Drummond y Marsden, 1999).

Las distintas definiciones del desarrollo sostenible comparten el respeto por la necesidad de integrar los intereses económicos y ecológicos. Más allá de este aspecto básico, sus elementos comunes son más sutiles.

La definición de desarrollo sostenible que se cita con mayor frecuencia es la propuesta por la Comisión de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida también como Comisión Brundtland, en 1987 (WCED, 1987). En su informe a la Asamblea General de las Naciones Unidas, titulado “Nuestro Futuro Común”, la Comisión definió el desarrollo sostenible como el “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias”.

Muchos intentos por promover el desarrollo sostenible involucran estrategias destinadas a definir y posteriormente monitorear alguna forma de “límites de sostenibilidad” (Farrell y Hart, 1998). Este enfoque se apoya en la observación de que los recursos naturales son finitos y que hay límites a la capacidad de carga de los ecosistemas.

Otro abordaje al desarrollo sostenible, que a menudo se vincula de alguna manera con el criterio de los límites de sostenibilidad, es el de los “objetivos contrapuestos” (*competing objectives*), que centra la atención en reconciliar las metas sociales, económicas y ecológicas (Peterson, 1997).

Generalizando, los enfoques del desarrollo sostenible basados en un punto de vista ecológico hacen hincapié en la importancia de centrarse en la capacidad de la sociedad de resistir o de recuperarse de las alteraciones, tensiones y shocks, más que en su capacidad para producir bienes (Vercelli, 1998). Por su parte, los enfoques que parten de un punto de vista económico postulan que el desarrollo económico (a veces considerados como sinónimo de crecimiento económico) es sostenible cuando se puede “sostener” una determinada variable crucial, en el sentido de que no ha de disminuir en el futuro como consecuencia del crecimiento propiamente tal. En la bibliografía sobre la materia, los enfoques del desarrollo sostenible pueden clasificarse en tres grupos, según si la variable crucial o la función objetivo a maximizar sea el bienestar (o utilidad), el consumo, o el capital (manufacturado o natural). La elección de la variable crucial tiene importantes implicancias, puesto que su sostenibilidad a menudo entraña la insostenibilidad de otros candidatos posibles a cumplir esta función (Vercelli, 1998). Este último autor se apartó de estas clasificaciones y propuso que la variable básica que debe conservarse a través del tiempo mediante el desarrollo económico debería ser la libertad para las generaciones futuras.

D) Implementación

Para lograr el desarrollo sostenible es muy importante comprender las vinculaciones entre los aspectos social, ecológico y económico de nuestro mundo. Ello obedece a que, en general, el comportamiento de un sistema está determinado tanto por las vinculaciones causales entre sus variables como por las variaciones en los valores de las variables mismas. Para comprender estas vinculaciones, conviene usar un enfoque sistémico en la observación de los fenómenos de nuestro mundo. Uno de los rasgos fundamentales del enfoque de sistemas es el reconocimiento de que los resultados no son necesariamente predecibles, puesto que nuestras actividades pueden “forzar” al sistema a adoptar una forma de comportamiento totalmente nueva (que podría incluir el colapso), nunca antes vista (Holling, 1973, 1986; Gunderson y otros, 1995. IGBP 2001).

El proceso de puesta en práctica del desarrollo sostenible exige complementar la aplicación de un enfoque sistémico con la integración de perspectivas múltiples. Al respecto, cabe señalar que, a diferencia de conceptos más restringidos tales como el ambientalismo, el concepto de desarrollo sostenible representa más que la suma de sus partes (Brooks, 1992).

La puesta en práctica del concepto requiere de alguna forma de evaluar el progreso hacia el desarrollo sostenible. Los indicadores tradicionales de mercado son incapaces de si la integridad del sistema natural se está o no erosionando peligrosamente. Por lo tanto, hay que complementarlos con indicadores de sostenibilidad. Algunos de los indicadores de sostenibilidad que han sido propuestos consisten en: reducir los impactos que tiene la actividad humana sobre el medio ambiente (en especial, las tasas de utilización de los recursos renovables y no renovables); no superar la capacidad de carga de los recursos naturales y ecosistemas; integrar los objetivos de largo plazo económicos, sociales y ambientales; y preservar la diversidad biológica, cultural y económica (Bergh y Jeroen, 1996).

En última instancia, hay que vincular los indicadores de la sostenibilidad con metas alcanzables. Fijar metas para el desarrollo sostenible entre grandes grupos de interés es un proceso extraordinariamente difícil. Cuando son muchos los intereses en juego, la variedad de perspectivas valóricas emanadas de experiencias de vida e historias culturales diferentes, tienden a socavar la posibilidad de llegar a un consenso acerca de los criterios para alcanzar el desarrollo sostenible (Peterson, 1997). Esto es particularmente relevante para la escala global. En vista de este obstáculo, para lograr el desarrollo sostenible en el plano mundial, tal vez lo mejor sea que las distintas regiones caractericen el desarrollo sostenible de acuerdo con sus intereses y situación concretos. Un enfoque multirregional para abordar el desarrollo sostenible a nivel mundial se basaría en el

suministro sostenible de recursos naturales y la importación y exportación sostenibles de recursos, bienes, servicios y desechos (Redclift, 1994).

Asimismo, un enfoque de esta naturaleza entrañaría elaborar múltiples manifestaciones concretas del desarrollo sostenible, esto es, cada región podría adoptar una posición diferente acerca de la problemática del desarrollo sostenible. Para hacer justicia a la diversidad cultural, social, económica y ecológica del mundo, hay que estimular múltiples formas de interpretar el desarrollo sostenible. Por desgracia, los poderosos elementos de homogeneización²⁵ inherentes al proceso de globalización (tal como se está desplegando actualmente) conspiran contra estas aspiraciones.

E) Un abanico de perspectivas

En el cuadro 1 se ofrece un resumen de las perspectivas teóricas que han sido utilizadas para caracterizar el desarrollo sostenible. Es importante reconocer que el desarrollo sostenible puede ser tratado a la vez como modelo y como punto de legitimación (Farrell y Hart, 1998). En consecuencia, en el campo de la ciencia y la política, la expresión desarrollo sostenible a menudo se utiliza para fines diferentes (Drummond y Marsden, 1999). En último análisis, ningún grupo por sí mismo tiene la autoridad para definir el desarrollo sostenible, por lo que el concepto está lleno de ambigüedad. Este carácter ambiguo ilustra el racionalismo que le es inherente (Drummond y Marsden, 1999).

Cuadro 1

PUNTOS DE VISTA TEÓRICOS SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Teoría	Caracterización del desarrollo sostenible
Neoclásica-equilibrio	Bienestar no decreciente (antropocéntrico); crecimiento sostenible basado en tecnología y sustitución; optimiza las externalidades ambientales; mantiene el acervo agregado de capital natural y económico; los objetivos individuales prevalecen sobre las metas sociales; la política se aplica cuando los objetivos individuales entran en conflicto; la política de largo plazo se basa en soluciones de mercado.
Neoaustríaca-temporal	Secuencia teleológica de adaptación consciente y orientada al logro de las metas; previene los patrones irreversibles; mantiene el nivel de organización (negentropía) del sistema económico; optimiza los procesos dinámicos de extracción, producción, consumo, reciclaje y tratamiento de desechos.
Ecológico-evolutiva	Mantiene la resiliencia de los sistemas naturales, contemplando márgenes para fluctuaciones y ciclos (destrucción periódica); aprende de la incertidumbre de los procesos naturales; no dominio de las cadenas alimentarias por los seres humanos; fomento de la diversidad genética/biótica/ecosistémica; flujo equilibrado de nutrientes en los ecosistemas.
Tecnológico-evolutiva	Mantiene la capacidad de adaptación co-evolutiva en términos de conocimientos y tecnología para reaccionar a la incertidumbre; fomenta la diversidad económica de actores, sectores y tecnologías.
Físico-económica	Restringe los flujos de materiales y energía hacia y desde la economía; metabolismo industrial basado en política de cadena materiales-producto: integración de tratamiento de desechos, mitigación, reciclado, y desarrollo de productos.
Biofísico-energética	Estado estacionario con transflujo de materiales y energía mínimo; mantiene el acervo físico y biológico y la biodiversidad; transición a sistemas energéticos que producen un mínimo de efectos contaminantes.
Sistémico-ecológica	Control de los efectos humanos directos e indirectos sobre los ecosistemas; equilibrio entre los insumos y productos materiales de los sistemas humanos; minimización de los factores de perturbación de los ecosistemas, tanto locales como globales.

²⁵ En especial respecto de las políticas económicas nacionales e internacionales y de la reducción de la función reguladora del Estado.

Cuadro 1 (Conclusión)

Teoría	Caracterización del desarrollo sostenible
Ingeniería ecológica	Integración de las ventajas humanas y de la calidad y funciones ambientales mediante el manejo de los ecosistemas; diseño y mejoramiento de las soluciones ingenieriles en la frontera entre la economía, la tecnología y los ecosistemas; aprovechamiento de la resiliencia, la auto-organización, la autorregulación y las funciones de los sistemas naturales para fines humanos.
Ecología humana	Permanencia dentro de la capacidad de carga (crecimiento logístico); escala limitada de la economía y la población; consumo orientado a la satisfacción de las necesidades básicas; ocupación de un lugar modesto en la red alimentaria del ecosistema y la biosfera; tiene siempre en cuenta los efectos multiplicadores de la acción humana en el tiempo y el espacio.
Socio-biológica	Conservación del sistema cultural y social de interacciones con los ecosistemas; respeto por la naturaleza integrado en la cultura; importancia de la supervivencia del grupo.
Histórico-institucional	Igual atención a los intereses de la naturaleza, los sectores y las generaciones futuras; integración de los arreglos institucionales en las políticas económicas y ambientales; creación de apoyo institucional de largo plazo a los intereses de la naturaleza; soluciones holísticas y no parciales, basadas en una jerarquía de valores.
Ético-utópica	Nuevos sistemas individuales de valor (respeto por la naturaleza y las generaciones futuras, satisfacción de las necesidades básicas) y nuevos objetivos sociales (estado estacionario); atención equilibrada a la eficiencia, distribución y escala; fomento de actividades en pequeña escala y control de los efectos secundarios ("lo pequeño es hermoso"); política de largo plazo basada en valores cambiantes y estimulante del comportamiento ciudadano (altruista) en contraposición al comportamiento individualista (egoísta).

Fuente: Bergh y Jeroen (1996).

VI. Las diferentes apariencias del desarrollo²⁶

El desarrollo es acerca del mejoramiento de la calidad de vida del ser humano,²⁷ y no necesariamente del aumento del PNB (ni siquiera del PNB “reverdecido” que toma en cuenta el agotamiento del capital ecológico).

En consecuencia, desarrollo no es sinónimo de crecimiento económico; éste es sólo uno de los medios para lograr el primero.

La calidad de vida comprende la satisfacción de las necesidades humanas materiales y no materiales (que resulta en el nivel de salud alcanzado) y de los deseos y aspiraciones de las personas (que se traduce en el grado de satisfacción subjetiva logrado). Las necesidades, deseos y aspiraciones de los seres humanos pueden lograrse a través de una variedad de satisfactores alternativos materiales y no materiales (Maslow y Lowery, 1998).

Contrariamente a lo que suele creerse, el crecimiento económico no es necesariamente sinónimo de crecimiento material. Actualmente, el crecimiento económico de carácter material confronta limitaciones de fuente (escasez de recursos naturales) y limitaciones de sumidero (saturación de la capacidad natural para diluir y neutralizar contaminantes y desechos). El crecimiento económico no material ha estado aumentando en el pasado reciente. Esta desmaterialización relativa de la economía queda de manifiesto en la participación creciente del sector de servicios en

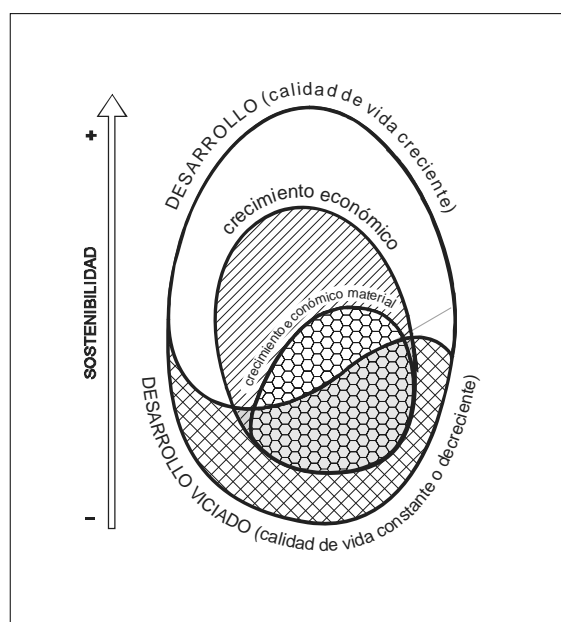
²⁶ Gallopín (1996a), Gallopín y Christianson (2000).

²⁷ O, en términos económicos, la maximización del bienestar humano agregado.

el PNB (pese a que no todos los servicios son inmateriales, muchos de ellos son menos material-intensivos que los sectores agrícola e industrial de la economía) y la mayor eficiencia energética y en recursos de las tecnologías nuevas y emergentes intensivas en conocimiento.

El gráfico 8 representa las relaciones básicas entre desarrollo, crecimiento económico y crecimiento económico material en la forma de un diagrama de Venn de los que se usan en la teoría de conjuntos. En principio, la sostenibilidad aumenta a lo largo del eje crecimiento económico material – crecimiento económico no material– cero crecimiento económico.²⁸ El gráfico es de utilidad para mapear posibles combinaciones de crecimiento económico y variaciones de la calidad de vida (Gallopín, 1996a).

Gráfico 8
REPRESENTACIÓN DEL DESARROLLO, LA SOSTENIBILIDAD,
EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA CALIDAD DE
VIDA EN UN DIAGRAMA DE CONJUNTOS



Fuente: elaboración del autor.

Podría decirse que hay **no-desarrollo** cuando ni mejora la calidad de vida ni hay crecimiento económico, situación que afectó a muchos países de América Latina en los años ochenta y que sigue afectando a numerosos países en la actualidad, principalmente en el sur.

Cuando hay crecimiento económico material pero no mejora la calidad de vida, puede decirse que hay **desarrollo viciado**, situación que se da tanto en el norte como en el sur.

Rara vez se da una situación en que se combinen el no-desarrollo con el crecimiento económico no material. Sin embargo, podría ser el caso de algunos paraísos fiscales o de países con economía basada en los servicios, cuya población en su mayor parte se resigna a una calidad de vida estancada.

La combinación de una calidad de vida cada vez mejor con crecimiento económico material es lo que generalmente se concibe como **desarrollo**. Actualmente, se da más que nada en el norte, pero también en algunos países del sur. Sin embargo, a largo plazo esta situación es

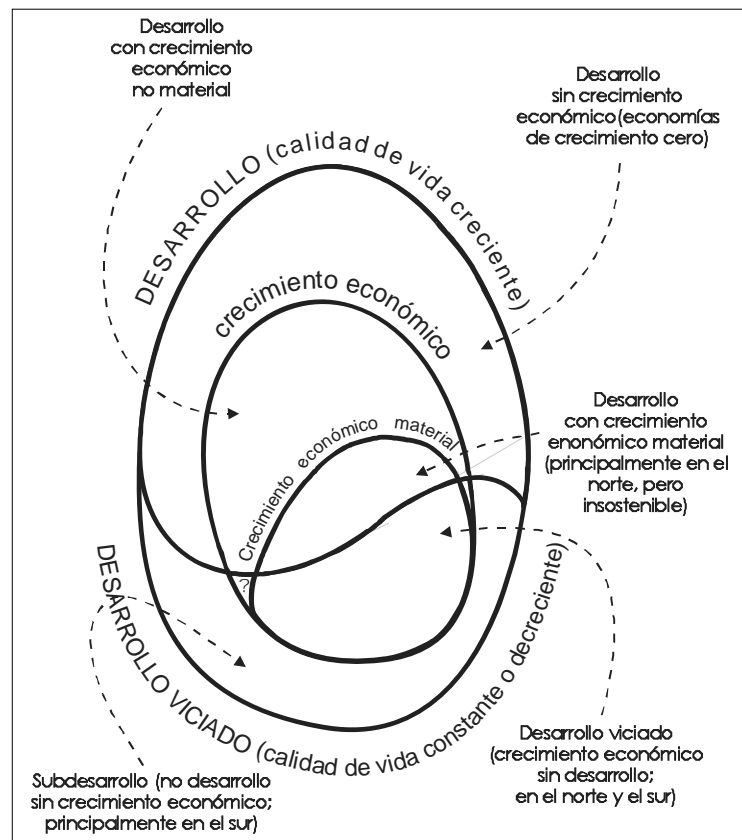
²⁸ El “crecimiento económico cero” puede ser compatible con el desarrollo en la forma de transformaciones cualitativas.

ambientalmente insostenible y en algunos casos (por ejemplo, el cambio climático mundial) posiblemente ya se hayan sobrepasado umbrales ambientales críticos.

Incluso teniendo presente el cambio tecnológico acelerado, en un planeta finito, se deberá alcanzar un nivel básico sostenible de consumo material per cápita. Una manera razonable de hacerlo entrañaría aumentar el consumo material de los miles de millones de personas que actualmente viven en la pobreza y a la vez que se reduce el exceso de consumo de la minoría rica.²⁹ Asimismo, eventualmente la población mundial tendrá que estabilizarse.³⁰

Gráfico 9

LAS DIFERENTES APARIENCIAS DEL DESARROLLO



Fuente: elaboración del autor.

A muy largo plazo, hay dos tipos fundamentales de situaciones de desarrollo verdaderamente sostenible: el mejoramiento de la calidad de vida con crecimiento económico no material (pero sin crecimiento económico material neto) y las economías de crecimiento cero (en que no hay ningún crecimiento económico). El desarrollo sostenible no necesariamente implica el cese del crecimiento económico: la implicancia lógica del desarrollo sostenible es una economía material de crecimiento cero combinada con una economía no material de crecimiento positivo. Mientras que el crecimiento demográfico y el crecimiento económico material deberán estabilizarse con el tiempo,

²⁹ El exceso de consumo material de la minoría rica puede reducirse disminuyendo los niveles individuales de consumo material y/o elevando la eficiencia material y energética global de la economía.

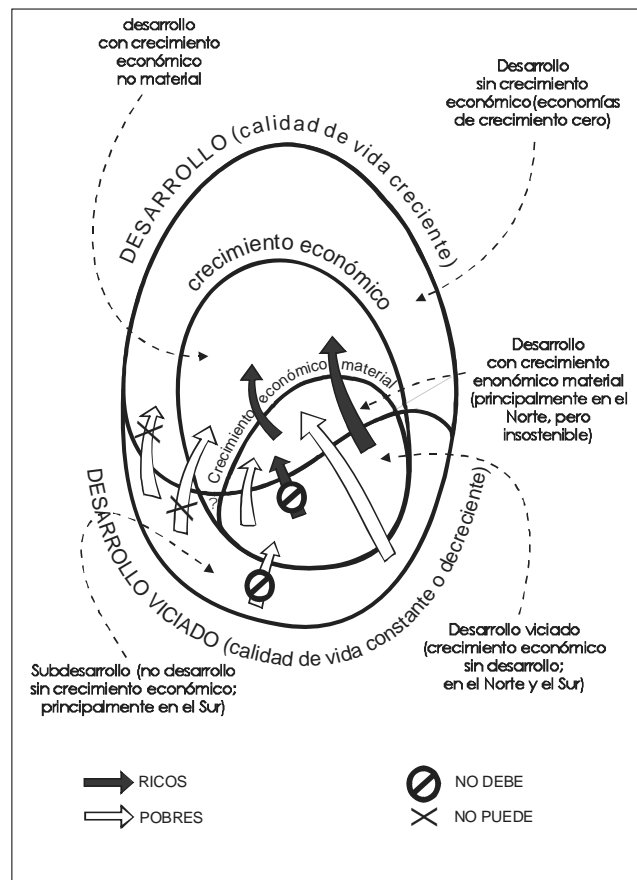
³⁰ La población mundial puede estabilizarse mejorando las condiciones de vida y la calidad de vida de la gente. La estabilización forzada o impuesta por la violencia, además de ser ineficaz, seguramente no conducirá al desarrollo sostenible.

el crecimiento cultural, psicológico y espiritual no tienen límites físicos. El gráfico 9 representa estas situaciones.

Los países ricos deberían tratar de cambiar del desarrollo viciado o del desarrollo con crecimiento económico material hacia el desarrollo con crecimiento económico no material (o, si la sociedad así lo prefiere, la transición podría ser a una economía de crecimiento cero).

Sin embargo, en la mayoría de los casos los países en desarrollo no podrán trasladarse del no-desarrollo, al desarrollo sin crecimiento económico material o a economías de crecimiento cero debido a que para mantener el desarrollo se requiere haber logrado algún nivel de acumulación y de actividad económica material. Aunque se puede pasar del no-desarrollo al desarrollo viciado, obviamente ese sendero es inadecuado. Con todo, muchos países continúan tratando de seguir esta trayectoria.

Gráfico 10
TRAYECTORIAS DE DESARROLLO ALTERNATIVAS



Fuente: elaboración del autor.

Tras considerar las diversas alternativas, la única trayectoria realista para que los países en desarrollo puedan lograr el desarrollo sostenible es la que va del no-desarrollo al desarrollo con crecimiento económico material y luego al desarrollo sin crecimiento económico material. Las trayectorias que se han examinado y las alternativas a que tienen acceso en principio los países ricos y pobres se representan en el Gráfico 10.

VII. Paradigmas alternativos del desarrollo sostenible

Schellnhuber (1998, 1999) desarrolló una perspectiva interesante sobre el desarrollo sostenible utilizando un enfoque cibernético en el contexto del cambio ambiental global. En vez de tratar de formular una definición única y vinculante, propone un conjunto de paradigmas alternativos precisos³¹ de la coevolución de los subsistemas humano y natural (del sistema socioecológico global), haciendo hincapié en los distintos motivos fundamentales de las acciones humanas. A continuación, se procura generalizar su enfoque a cualquier escala, de local a global y a cualquier sistema socioecológico.

El estado de un sistema socioecológico puede representarse mediante un punto situado en un “espacio de estado” multidimensional, definido por todos los valores posibles del conjunto de variables que definen el subsistema ecológico (o “natural”) y el subsistema humano. A medida que varía el estado del sistema a través del tiempo, la sucesión de estados traza una trayectoria para el sistema en este espacio abstracto de estados.

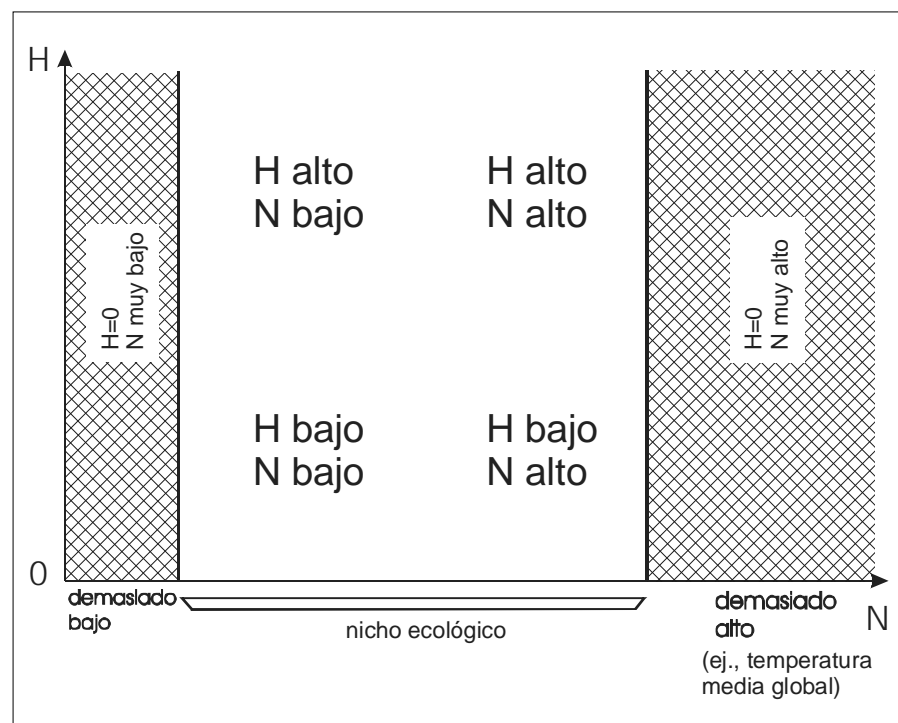
Por simplicidad, en los párrafos que siguen todas las variables que describen el subsistema ecológico y las que describen el subsistema humano se resumen en sólo dos, N y H, respectivamente. N representa el estado del subsistema natural (por ejemplo, la temperatura media mundial, o tal vez un índice local agregado de las

³¹ Schellnhuber parece utilizar el término “paradigma” para referirse a un objetivo básico (como la optimización, la estabilización u otro), a una orientación estratégica, y a los supuestos subyacentes sobre el funcionamiento del sistema socioecológico.

condiciones del medio ambiente) y H representa el estado del subsistema humano (por ejemplo, el grado de desarrollo de la civilización humana o tal vez la condición de la comunidad local).

El gráfico 11 muestra el espacio de estados del sistema socioecológico. En este ejemplo simplificado, el espacio de estados es el área definida por todos los valores posibles de las dos variables N y H. Según sean las variables concretas representadas por N, pueden existir regiones del espacio de estados dentro de las cuales no haya posibilidades de vida (por ejemplo, donde la temperatura es demasiado baja o demasiado alta para que sea posible la vida). Los valores de N para los cuales la vida humana es posible constituyen el nicho ecológico de los seres humanos.

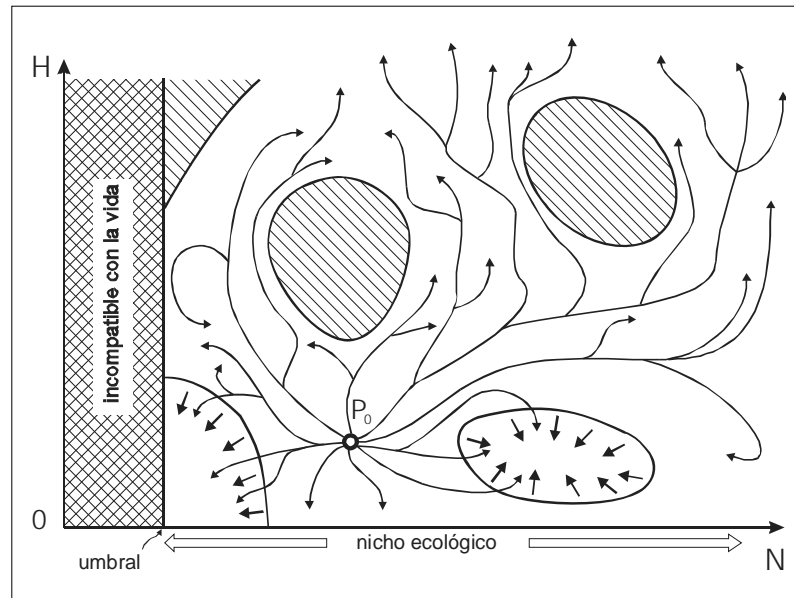
Gráfico 11
REPRESENTACIÓN IDEAL DEL ESPACIO DE
ESTADO DE UN SISTEMA SOCIOECOLÓGICO



Fuente: elaboración del autor.

En el caso general, el espacio de estados puede contener “dominios catastróficos”, o regiones donde (a) la calidad del sistema socioecológico cae por debajo de un nivel tolerable, y (b) una vez que el estado del sistema penetra en ese ámbito, queda atrapado en él. También es posible que en el espacio de estados también existan “regiones inaccesibles”, que son combinaciones de los valores de N y H que no pueden alcanzarse por ninguna trayectoria deliberada o espontánea a partir del estado actual o inicial P_0 .

Un espacio de estados de carácter genérico para la coevolución de N y H se asemejará al que se presenta en el gráfico 12. Por su parte, el gráfico 13 ilustra algunas trayectorias posibles que se apartan del estado actual P_0 .

TRAYECTORIAS DE ESTADO ORIGINADAS EN EL ESTADO ACTUAL P_0 

Fuente: elaboración del autor.

Schellnhuber (1998) continúa mostrando que algunas estrategias de gestión, que a corto plazo cumplen con todas las normas deseadas, pueden conducir sin embargo a un desarrollo irreversible que destruye la viabilidad a largo plazo del paradigma (la posibilidad de que una trayectoria se mantenga dentro del margen de seguridad).

Paradigma 2: Optimización

Implica una búsqueda de lo “mejor”, esto es, la maximización de una función agregada humana-naturaleza de bienestar mediante la elección de la trayectoria óptima de coevolución en un período determinado. Entre las variaciones de este paradigma, cabe mencionar la maximización de la utilidad promedio a largo plazo, o la aceptación de retrocesos transitorios siempre que se aumente la utilidad final. Este enfoque plantea serios problemas, incluyendo dificultades analíticas y políticas para definir o imponer los valores objetivo para la optimización. Otro peligro es que el éxito del paradigma de optimización descansa en el supuesto de perfecto control sobre sistema socioecológico, pero si esto no se cumple, el abandono esporádico del esquema de control ideal podría llevar a que el sistema ingrese a uno de los ámbitos catastróficos.

El paradigma de optimización del desarrollo sostenible involucra una actitud optimista que supone que siempre es posible alcanzar la mejor coevolución posible. Esto requiere un conocimiento bastante perfecto y un proceso de volición coherente abarcando numerosas generaciones.

Paradigma 3: Pesimización

Este paradigma (véase también Gallopín, 1997) apunta a evitar la caída en ámbitos catastróficos; se basa en el principio precautorio de “prevenir lo peor”, buscando el menor perjuicio posible, en vez del mayor beneficio posible. Este paradigma primariamente no busca determinar la

secuencia pésima de manejo, sino que trata de excluir las opciones de control no tolerables y, en consecuencia, generalmente permite que la opción de gestión tenga un margen de maniobra bastante amplio.

Paradigma 4: Ecuación

Este paradigma centra la atención en preservar las opciones para las generaciones futuras; en otras palabras, no contraer el “universo accesible” a lo largo del tiempo. En este caso, “equidad” se identifica con la igualdad de opciones ambientales y de desarrollo para las generaciones futuras. Para lograr este objetivo, se necesitaría un análisis completo de todas las trayectorias posibles emanadas del presente, lo que incluso en principio probablemente sería una tarea imposible. Además, el dinamismo del sistema socioecológico quizá no permita una trayectoria que cumpla con resguardar las mismas opciones a través del tiempo. En consecuencia, la meta sería preservar opciones equivalentes (aceptando que algunas de ellas no podrían conservarse pero que se harían posibles otras nuevas).

La comparación entre las opciones perdidas y las ganadas para determinar si la calidad oportunística general del conjunto de trayectorias es preservada o no es una tarea sumamente difícil. Naturalmente, a corto plazo podría introducirse en el paradigma de estandarización un criterio de opción de corto plazo, pero esto tendría los mismos problemas de tal paradigma.

Paradigma 5: Estabilización

Este paradigma centra la atención en lograr que el sistema socioecológico alcance un estado deseable de coevolución en el espacio de estados y luego tratar de mantenerlo en él mediante una gestión adecuada. Obsérvese que el paradigma de la estabilización desplaza la atención del “desarrollo sostenible” a la “sostenibilidad”. El paradigma de estabilización no se limita a prescribir estados o trayectorias de coevolución, sino que busca sistemáticamente opciones de gestión que se equilibren de acuerdo con la dinámica intrínseca del sistema socioecológico y el repertorio de instrumentos de timoneo disponibles. Si tal equilibrio generalizado deseado existe, y es accesible, entonces se requieren criterios para elegir la trayectoria que conduce a él (por ejemplo, “aterrizaje suave” o “detención súbita”).

En el mundo real, es de prever que, más que aplicar paradigmas puros, se implementarán estrategias que traten de satisfacer al mismo tiempo una serie de ellos (por ejemplo, paradigmas complejos que representen una jerarquía u otra combinación de diversos paradigmas simples).

Sin embargo, la caracterización de los paradigmas puros es esclarecedora, no sólo porque destaca las dimensiones fundamentales en juego, sino también porque muestra claramente que el reto que plantea la elección de las “acciones acertadas” no es exclusivamente normativo (lo que desea la sociedad) sino también ontológico y epistemológico (cómo y en virtud de qué leyes operan los sistemas socioecológicos y qué sabemos acerca de ellas). Esta triple complejidad (volición, conocimiento, y dinamismo socioecológico) es típica de los problemas del desarrollo sostenible (Gallopín y otros, 2001).

VIII. Conclusiones

A continuación, se ofrecen las principales conclusiones obtenidas del análisis sistémico de los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible.

Cuando se estudia la sostenibilidad, para evitar confusiones y ambigüedad es indispensable especificar claramente el sistema (o las salidas del sistema) a que se está aplicando el concepto (¿qué sistema? ¿cómo es definido? ¿a qué escala? ¿qué salidas?).

Muchas polémicas respecto del sentido preciso de la sostenibilidad y sus implicancias se relacionan con el hecho de que se utilizan criterios de valor (o funciones de valuación) diferentes (por ejemplo, la ponderación relativa que se atribuya al capital natural y al capital manufacturado). Por lo tanto, es crítico especificar claramente cuáles son los criterios adoptados.

La sostenibilidad es un atributo de los sistemas abiertos a interacciones con su mundo externo. No es un estado fijo de constancia, sino la preservación dinámica de la identidad esencial del sistema en medio de cambios permanentes. Un número reducido de atributos genéricos pueden representar las bases de la sostenibilidad.

El desarrollo sostenible no es una propiedad sino un proceso de cambio direccional, mediante el cual el sistema mejora³² de manera sostenible a través del tiempo.

³² El mejoramiento (“cambiar para mejor”) es un concepto normativo y en consecuencia, la definición de cuando el cambio representa una mejora puede diferir entre interlocutores que adoptan paradigmas diferentes del desarrollo sostenido.

A menudo se confunde desarrollo con crecimiento económico, pero es necesario que diferenciarlos claramente. El desarrollo es un proceso cualitativo de concretización de potencialidades que puede o no entrañar crecimiento económico (incremento cuantitativo de la riqueza).

Hay que separar el crecimiento económico del transflujo material o energético: el crecimiento económico no es necesariamente sinónimo de crecimiento económico material.

Las distintas situaciones y estrategias relacionadas con la sostenibilidad del desarrollo pueden clasificarse de acuerdo con aspectos tales como la calidad de vida, el crecimiento económico material y el crecimiento económico no material.

Bibliografía

- Ashby, W.R (1956), *An Introduction to Cybernetics*, Chapman & Hall Ltd., Londres.
- Ayres R.U., J.C.J.M. van den Bergh y J.M. Gowdy (1998), *Viewpoint: Weak Versus Strong Sustainability*. Tinbergen Institute Discussion Papers 98-103/3 / Tinbergen Institute (página web) (RePEc:dgr:uvatin:19980103); <http://netec.ier.hit-u.ac.jp/WoPEc/data/Papers/dgruvatin19980103.html>
- Bergh, van den, y C.J.M. Jeroen (1996), "Sustainable Development and Management", *Ecological Economics and Sustainable Development: Theory, Methods and Applications*, pp. 53-79, Edward Elgar Publishing Cheltenham, Reino Unido.
- Brooks, Harvey (1992), Sustainability and Technology, *Science and Sustainability: Selected Papers on IIASA's 25th Anniversary*, pp. 29-60, Viena, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) Luxemburgo, Austria.
- Casti, F. di (1981), La ecología moderna: génesis de una ciencia del hombre y de la naturaleza, *El Correo de la UNESCO*, abril 1981, pp. 6-11.
- CNUMAD (1992), *Programa 21*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD); Naciones Unidas.
- Costanza, Robert (1991), The Ecological Economics of Sustainability: Investing in Natural Capital, *Environmentally Sustainable Economic Development: Building on Brundtland*, R. Goodland, H. Daly, S. El Serafy y B. von Droste (eds.), pp. 83-90, Nueva York, UNESCO.
- Drengson, A. e Y. Inoue (eds.) (1995). *The Deep Ecology Movement: An Introductory Anthology*. North Atlantic Books, Nueva York.
- Drummond, Ian y Terry Marsden (1999), Sustainable Development: The Impasse and Beyond, *The Condition of Sustainability*, pp. 7-23, Londres, Routledge.
- Farrell, Alex y Maureen Hart (1998), What Does Sustainability Really Mean? -The Search for Useful Indicators, *Environment* 40 (9): 4-9 y 26-31.

- Froger, G. y E. Zyla (1998), Towards a Decision-Making Framework to Address Sustainable Development Issues, *Sustainable Development: Concepts, Rationalities and Strategies*, Sylvie Faucheux, Martin O'Connor y Jan van der Straaten (eds.), Londres, Kluwer Academic Publishers.
- Gallopín, G.C. (1997), Branching Futures and Energy Projections. *Renewable Energy for Development* 10 (3): 4-5.
- _____ (1996a), Environmental and Sustainability Indicators and the Concept of Situational Indicators. A Systems Approach, *Environmental Modelling & Assessment* 1(3): 101-117.
- _____ (1996b), *Technological Intensity, Technological Quality, and Sustainable Development*. pp: 186-200 In: Constanza, R., O. Segura and J. Martínez-Alier (eds) *Getting Down to Earth. Practical Applications of Ecological-Economics*; Island Press, Washington, D.C.
- _____ (1994), *Impoverishment and Sustainable Development. A Systems Approach*. International Institute for Sustainable Development; Winnipeg, Canada.
- Gallopín, G.C. y K. Christianson (2000), *Sustainable Development, Society and the Environment: A Conceptual Framework for Tracking the Linkages*, Stockholm Environment Institute, Estocolmo.
- Gallopín G.C., P. Gutman, y H. Maletta, (1989), Global Impoverishment, Sustainable Development and the Environment: A Conceptual Approach, *Int. Journal Social Science (ISSJ)* 121: 375-397.
- Gallopín, G.C., S. Funtowicz, M. O'Connor, y J. Ravetz (2001), Science for the 21st Century: from Social Contract to the Scientific Core. *Int. Journal Social Science* 168: 219-229.
- Gill, A. (1969), *Finite-State Systems*, pp. 43-94, L.A. Zadeh y E. Polak (eds.), "System Theory", McGraw-Hill, Nueva York.
- Gunderson, L.H., C.S. Holling y S.S. Light (eds.) (1995), *Barriers and Bridges to the Renewal of Ecosystems and Institutions*, Columbia University Press, Nueva York.
- Holling, C.S. (1986), The Resilience of Terrestrial Ecosystems: Local Surprise and Global Change, W.C. Clark & R.E. Munn (eds.), *Sustainable Development of the Biosphere*, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)/Cambridge University Press, pp. 292-317, Cambridge.
- _____ (1973), Resilience and Stability of Ecological Systems, *Ann. Rev. Ecol. & Systematics* 4: 1-23.
- IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme) (2001), *Global Change and the Earth System: A planet under pressure*. The Global Environmental Programmes. Will Steffen y Peter Tyson (eds.). Estocolmo: IGBP, IGBP Science Series No. 4, 32pp (disponible en <http://www.igbp.kva.se/cgi-bin/php/frameset.php>).
- Kates, R.W., W.C. Clark, R. Corell, J. M. Hall, C.C. Jaeger, I. Lowe, J.J. McCarthy, H.J. Schellnhuber, B. Bolin, N.M. Dickson, S. Faucheux, G.C. Gallopín, A. Gruebler, B. Huntley, J. Jäger, N.S. Jodha, R.E. Kasperson, A. Mabogunje, P. Matson, H. Mooney, B. Moore III, T. O'Riordan, y U. Svedin. (2001) Sustainability science. *Science* 292: 641-642.
- Maslow, A., & Lowery, R. (Ed.) (1998). *Toward a psychology of being* (3ª ed.). Nueva York: Wiley & Sons.
- Nicolis, G. y I. Prigogine (1977), *Self-Organization in Non-Equilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations*, Nueva York, Wiley.
- Pearce, D. W. & Atkinson, G. (1992), Are national economies sustainable? - Measuring sustainable development. *CESERGE GEC Working Paper* 92-11. University College Londres, p. 18.
- Peterson, Tarla Rai (1997), *Sustainable Development Comes of Age*, Sharing the Earth: The Rhetoric of Sustainable Development, pp. 6-33, Columbia, Carolina del Sur, University of South Carolina Press.
- Prigogine, I. e I. Stengers (1979), *La Nouvelle Alliance. Métamorphose de la Science*, Gallimard, Paris.
- Redclift, Michael (1994), *Sustainable Development: Economics and the Environment*, Strategies for Sustainable Development: Local Agendas for the Southern Hemisphere (eds.), Redclift, Michael y Colin Sage, pp. 17-34, Nueva York, John Wiley and Sons.
- Schullnhuber, H.J. (1999). 'Earth system' analysis and the second Copernican revolution. *Nature* 402: c19-c23.
- _____ (1998). *Earth System Analysis. The Scope of the Challenge*; pp. 3-195 en Schullnhuber, H.J. y V. Wenzel (eds.). *Earth System Analysis. Integrating Science for Sustainability*. Springer, Berlin.
- Turner, R. Kerry (1993), Sustainability: principles and practice. En: R. Kerry Turner (ed.). *Sustainable environmental economics and management: principles and practise*. Belhaven Press, Londres. p. 3-36.
- Vercelli, Alessandro (1998), "Sustainable Development and the Freedom of Future Generations", *Sustainability: Dynamics and Uncertainty*, Chichilnisky, Graciela, Geoffrey M. Heal y Alessandro Vercelli (eds.), Londres, Kluwer Academic Publishers.
- Wilson, Edward, O. (1986), *Biophilia*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987). *Our Common Future*; Oxford. Oxford University Press.