



ENSAYO

~
ESSAY



DEFINICIONES Y OTRAS CONSIDERACIONES SOBRE INDICADORES, ÍNDICES Y MARCOS ORDENADORES DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

*Definitions and other considerations on indicators,
indexes and classification frameworks
of sustainability indicators*

POR

Soraya del Valle **PÉREZ COLMENARES**

Núcleo Universitario Rafael Rangel.
Departamento de Ciencias Sociales.
Universidad de Los Andes.
sorayaperezcolmenares@yahoo.es

pp. 114 — 143

RECIBIDO 26/10/2012
ACEPTADO 15/06/2013

RESUMEN

Se presenta un material producto de la recopilación y revisión bibliográfica de algunos aportes en el tema de los indicadores medioambientales y de sostenibilidad, la necesidad de operacionalizar la discusión que se está llevando a cabo a nivel internacional sobre los enfoques conceptuales de desarrollo sostenible, las características y criterios que deben respetar los sistemas de indicadores, los principales marcos ordenadores de indicadores y los tipos de índices más relevantes. Se consideró oportuno ofrecer una visión panorámica de estos aspectos haciendo énfasis en los puntos de encuentro y divergencia que existen en la bibliografía consultada.

PALABRAS CLAVE

Indicador medioambiental,
Indicador de sostenibilidad,
Marcos ordenadores,
criterios, índices.

KEY WORDS

Indicator, environmental,
sustainability indicator,
classification framework,
criteria, indexes.

SUMMARY

This paper is the result of a literature review on the advances in the area of environmental and sustainability indicators and the need to put into action the current international dialogue about conceptual frameworks and the most relevant indexes appropriate to the field. It was considered appropriate to offer a broad overview of these issues focusing on the similarities and divergences found on the literature.

— 1. INTRODUCCIÓN

El tema de los indicadores medioambientales y de sostenibilidad es uno de los más prolíficos y variados porque en los últimos años, el tema ambiental ha venido posicionándose en todos los ámbitos académicos, de investigación y de políticas públicas como consecuencia de la trascendencia y proyección en el campo del desarrollo conceptual. Por ende, también ha crecido el interés en los indicadores para la toma de decisiones, principalmente en los países desarrollados y en muchas agencias internacionales de amplia tradición en el manejo de información estadística, y en especial, en algunos países latinoamericanos se han elaborado iniciativas que, como en Europa, comprenden enfoques metodológicos distintos.

Por lo mencionado en el párrafo anterior, este documento no pretende realizar un análisis exhaustivo de todo lo que se ha producido en el tema del desarrollo sostenible y en indicadores ambientales y de sostenibilidad a nivel mundial, sino revisar algunas definiciones y aportes de calidad en algunas iniciativas que son relevantes bien por su cobertura o por el prestigio de los autores y/o las instituciones y agencias responsables de elaborar los marcos ordenadores de indicadores.

Con el presente trabajo se pretende construir una base teórica que pueda servir, en un futuro inmediato, para construir una metodología de elaboración de un sistema de indicadores en un trabajo de investigación mucho más amplio, como es la *Propuesta y aplicación de una metodología para evaluar el turismo sostenible en el eje funcional de Timotes, Parque Nacional Sierra de la Culata, estado Mérida, Venezuela*, que sirva para medir la capacidad de carga turística de la región y enriquecer el diagnóstico de un plan de desarrollo territorial rural que asegure la preservación y puesta en valor del espacio protegido y del área que le rodea.

— 2. EL POSICIONAMIENTO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL MUNDO

El interés por los indicadores ambientales tiene una larga trayectoria de aplicación cuyo inicio se señala con un Informe de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) de 1978, titulado *Indicadores de Medio Ambiente Urbano* y estaba orientado a evaluar la calidad de vida de la población urbana, concretamente en lo referido a la calidad de los equipamientos y servicios y las condiciones del entorno ambiental y sociocultural. Entre sus aportaciones se señala el énfasis que exponía hacia la necesidad de mostrar las relaciones entre los diversos factores ambientales, socioeconómicos y culturales y de tener en cuenta la naturaleza de los procesos ambientales (Feria, 2003). Por mostrar estas relaciones se le puede considerar como un antecedente de los indicadores de sostenibilidad.

En este punto es necesario aclarar que no se pueden confundir ambos. Los indicadores ambientales señalan el estado y variación del medio ambiente, mientras los de sostenibilidad han de indicar, además, el estado y variación del sistema humano en relación con el sistema natural (Jiménez Herrera, citado por Arbeláez, 2006). Un indicador medioambiental se puede convertir en un indicador de sostenibilidad cuando se le incluyan los factores tiempo, límites y objetivos (Meadows, citado por Castro, 2002) y se apliquen a una determinada dimensión del desarrollo sostenible (económica, ambiental o social) o aplicarse a la sostenibilidad integral cuando aglutine componentes de las tres dimensiones.

En las últimas décadas y a partir de la gran acogida que ha tenido el desarrollo sostenible, existe un consenso a nivel internacional, sobre la necesidad de realizar estudios para diseñar, aplicar y evaluar instrumentos y herramientas que sean útiles para medir la sostenibilidad del desarrollo a nivel mundial. De esto dan fe los innumerables documentos y eventos celebrados en diversos países con asistencia y participación de gestores, decisores políticos y grupos de interés que han puesto de manifiesto la relevancia del tema del desarrollo sostenible.

Es evidente que a lo largo de estas últimas décadas el debate sobre este tema se ha enriquecido en calidad y cantidad, por esto es conveniente que, antes de analizar los aportes teóricos conceptuales y las aproximaciones hacia la medición de la sostenibilidad, se haga un resumen muy sucinto de la historia del desarrollo de este enfoque que progresivamente ha ocupado una posición que le ha conferido la calificación de paradigma.

A principios del decenio de los años setenta, se inició un debate internacional sobre el medio natural y desarrollo con la celebración de la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano* realizada en Estocolmo en 1972, donde se discutió sobre los derechos de los seres humanos a un entorno saludable y productivo. Esto trajo muchas esperanzas sobre la atención que iba a recibir un conjunto importante de problemas relacionados con la posibilidad de satisfacer las necesidades básicas por parte de una gran parte de la población mundial. Otro aspecto que sobresalió de esta Conferencia fue la consideración de la degradación medioambiental como un problema en un contexto mucho más amplio que el de los países desarrollados, no ya como producto de la industrialización, sino como un obstáculo grave para la sobrevivencia de los menos desarrollados (Schuschny y Soto, 2009).

En el siguiente decenio, se creó la *Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo* y se publicó en 1987 su famoso informe titulado *"Nuestro futuro común"*. Éste dio origen a un debate sobre el desarrollo económico y los problemas medioambientales, al introducir los vínculos entre estos y los factores sociales y políticos. Este informe alertaba sobre la necesidad impostergable de cambiar la conducta consumista, derrochadora y expoliadora de recursos, porque de continuar con este ritmo, el mundo alcanzaría niveles inaceptables de carencias y deterioro del medio ambiente. Se afirma, además, que si bien la economía tiene que satisfacer las necesidades y los requerimientos de la población, el crecimiento económico debía tener límites y que estos se adaptaban a los ecológicos del planeta. Una de las premisas del *desarrollo sostenible es el compromiso de atender las necesidades actuales sin afectar la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades*.

Posteriormente, en 1992 se celebra la *Cumbre de Río de Janeiro*, en Brasil, que fue muy útil para aumentar la conciencia general de los problemas ecológicos y hacer que la noción de medio natural se ampliase más allá del problema de la contaminación y convertirse en un amplio y variado conjunto de problemas relacionados tanto con el medio natural como con el desarrollo. En este evento se produjo la *Declaración sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*; dos acuerdos internacionales sobre el cambio climático y la diversidad biológica; una declaración sobre los principios de la silvicultura y la *Agenda 21*. Esta última se trata de un programa de acción para orientar a los gobiernos, organizaciones no gubernamentales y grupos de interés en general, para establecer objetivos de sostenibilidad a nivel local.

De ahí, que la Cumbre de Río 92 se convirtió en un ícono de la sostenibilidad, porque puso de manifiesto que los problemas medioambientales son de carácter no sólo local sino también global y, porque reconoce, la necesidad de contar con un conjunto de indicadores que permitan medir el acercamiento de los decisores a los objetivos del desarrollo Sostenible. Para González (2007), la tarea de lograr construir un conjunto de indicadores políticamente aceptables fue difícil por:

1. No aceptar propuestas definitivas, ya que podrían suponer una visión crítica o un juicio valorativo, generalmente negativo, sobre las políticas aplicadas por un país determinado y para una dimensión concreta.
2. No aceptar unos indicadores inflexibles, ya que no podían acomodarse a la diversidad de los contextos mundiales.
3. No aceptar un conjunto de indicadores, ya que podían no ser sensibles a las necesidades de los decisores públicos.

En 1993 la Organización de las Naciones Unidas (ONU), decide apoyar y armonizar el desarrollo de los índices y desde entonces se han producido avances en la implantación de la Agenda 21. A partir de allí, es cuando se produce el paso de la reflexión teórica a la efectiva puesta en práctica de indicadores que muestren el estado de salud ambiental de ciudades y territorios, desarrollándose numerosos programas que incluyen el uso de indicadores ambientales para

la ciudad. Estos programas pertenecen tanto a organismos internacionales de ámbito global o regional, como a ciudades y redes de ciudades, constituyendo en definitiva un instrumento perfectamente integrado en la práctica institucional de los diferentes gestores públicos (Feria, 2003).

Más tarde, se reiteró la necesidad de generar conjuntos de indicadores para monitorear al desarrollo sostenible durante la celebración de las primeras reuniones de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Esta aprobó en el año 1995 un programa de trabajo cuya finalidad se centró en generar un listado de indicadores consensuados a nivel internacional que fueron revaluados por varios países, entre ellos algunos de América Latina y el Caribe. En el transcurso de esas revisiones se ha difundido ampliamente la necesidad de generar indicadores de desarrollo sostenible a nivel nacional. Esto ha motivado que muchos países, especialmente los latinoamericanos y caribeños, promuevan iniciativas que faciliten la construcción de sistemas de indicadores de desarrollo sostenible incluyendo esfuerzos por generar información sobre temas ambientales para los cuales existían pocos datos, así como a procurar estrategias de difusión que pongan a disposición de la manera más accesible y sencilla dicha información para facilitar, a gobiernos y a grupos de interés, la evaluación de los progresos de la sostenibilidad del desarrollo (PNUMA, 2003).

La División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL llevó a cabo el proyecto de Evaluación de la Sostenibilidad en América Latina, que contempló la definición del concepto de Desarrollo Sostenible en un enfoque sistémico, a partir del cual se definió un listado de indicadores agrupados en torno a cuatro subsistemas (económico, social, ambiental e institucional) y sus interrelaciones. Este proyecto fomentó la generación de sistemas de Indicadores de desarrollo sostenible en los países de América Latina, poniendo énfasis en aspectos metodológicos como la generación de fichas técnicas estandarizadas, así como en aspectos prácticos, como el uso de los indicadores para generar perfiles de desarrollo sostenible para los países, utilizando herramientas de sistemas de información geográfica y explorando la posibilidad de construir indicadores compuestos (Schuschny y Soto, 2009)

En materia específicamente urbana, la iniciativa de mayor amplitud y calado es la correspondiente al programa de indicadores desarrollado con vistas a la Conferencia de Asentamientos Humanos, denominada *Hábitat II* y celebrada en Estambul en el año 1996. En los trabajos preparatorios de dicha cumbre se desarrolló un conjunto de indicadores que tenían la función de evaluar el impacto ambiental de la urbanización e identificar problemas y prioridades actuales y futuras en materia de política urbana por parte de autoridades locales y nacionales. En la selección de tales indicadores se priorizó fundamentalmente su capacidad de comparación y la necesidad de incluir diversidad en cuanto a los problemas medioambientales urbanos y la disponibilidad de datos necesarios para construirlos. Un cambio importante en la orientación de los indicadores urbanos apareció un lustro más tarde en el marco del Programa Hombre y Biosfera de la UNESCO del año 1983, donde se plantea la necesidad de centrar el análisis en evaluar las condiciones y evolución de los flujos de materia y energía, las interacciones entre sistemas urbanos y medioambiente global y entre economía, ecología y política urbana (Feria, 2003).

Ahora bien, como es sabido, en gran parte de estos esfuerzos ha predominado más el componente voluntarista, que un auténtico proceso de reflexión sobre los contenidos y dirección de prácticas sostenibles. A ello contribuye la ambigüedad y confusión en torno al concepto de sostenibilidad (Naredo, citado en por González, 2007), que permite lecturas muy variadas e incluso contrapuestas sobre la cuestión, a la vez que facilita utilizaciones meramente propagandísticas de acciones y políticas que en muchos casos son pocos respetuosas con el medioambiente. Harger y Meyer (1996), sostienen que un obstáculo para la definición operativa de la sostenibilidad, es la propia definición de "*desarrollo ecológicamente racional y sostenible*", porque se establece de manera ilimitada y supone una invocación a la equidad inter generacional con la premisa implícita de que el futuro será capaz de cuidar de sí mismo, a través de ajustes tecnológicos, cada vez más eficaces y eficientes independientemente de la calidad de los recursos disponibles. Las palabras ecológicamente racional tienen apelación intuitiva

pero no especifican los criterios inmediatamente operacionales o mensurables para su uso como base para una definición cuantificable. Señalan que la denominación del desarrollo es muy atractiva, pero que actualmente no hay ninguna idea clara sobre como esto se puede llevar a la práctica.

La relevancia del desarrollo sostenible subyace en que ha puesto en la palestra el debate inconcluso sobre la dicotomía ambiente y desarrollo, pero el medio natural y el desarrollo no son cuestiones que estén separadas, sino estrechamente vinculadas. El desarrollo no puede proseguir si el medio ambiente y los recursos naturales se deterioran, y el medio natural, no puede ser protegido si el crecimiento económico pasa por alto los costos de la destrucción medioambiental.

Este último argumento es el que se ha esgrimido con mayor frecuencia en los encuentros internacionales, y es el sentir que recogen los indicadores ambientales, porque según Kapp citado por Castro (2002), dice que son indicadores sociales que se originan por la creciente concienciación de que los indicadores económicos no miden lo que ocurre en la esfera social y económica, al ignorar las consecuencias negativas de los procesos económicos reflejadas en el deterioro del medio ambiente, en el sentido social y físico del término.

Esta polémica ha tratado de capitalizar las aportaciones a través de dos concepciones para definir y medir el desarrollo sostenible: sostenibilidad débil y fuerte. El primer concepto se basa en la teoría económica neoclásica y asume que el capital natural y el manufacturado son sustitutivos. Esto significa que los costos de deterioro del medio ambiente pueden compensarse con beneficios de capital manufacturado. En este enfoque los daños al medio ambiente son valorados en unidades monetarias. El segundo niega el grado de sustitución por lo menos para algunos elementos críticos del capital natural.

Para Rennings y Wiggerin (1997), los enfoques económicos y ecológicos para medir la sostenibilidad no deben ser excluyentes y reconocen que hasta ahora los intentos para vincularlos o establecer sus límites han sido infructuosos. Ellos plantean que esta vinculación es necesaria porque ambos enfoques tienen debilidades y es indispensable integrarlos, a

pesar de los conceptos de indicadores económicos y ecológicos tengan objetivos diferentes y no puedan evaluarse por los mismos criterios, sin embargo, los indicadores monetarios pueden desarrollar el paradigma de la sostenibilidad fuerte.

A pesar de todos los obstáculos, críticas y contradicciones, el *Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente* (PNUMA, 2003) resalta que la información es fundamental para el desarrollo sostenible y es un ingrediente básico y esencial para lograr el éxito en la planificación y la toma de decisiones. Si no existen datos e información racional al adoptar decisiones, éstas apenas serán sólo unas pocas más que buenas suposiciones y posiblemente sean equivocadas. Por su parte, la OCDE (citada por Polanco, 2006) señala que el entendimiento, generación, manejo y administración de la información ambiental y sus desarrollos instrumentales, como retos planteados recientemente alrededor de las políticas ambientales, permiten responder a dos grandes necesidades: **a.** Contar con información adecuada para tomar decisiones referentes a la protección y mejora del ambiente y para su seguimiento; **b.** Satisfacer la demanda de información pública sobre problemas ambientales relevantes y la necesidad de reducir gran cantidad de información en parámetros que sea manejable (Cloquell *et al.*, citado por Donnelly *et al.*, 2006).

En la actualidad, a dos décadas de la Cumbre de Río, nuevamente los académicos, científicos, políticos y personas de interés se congregan en una nueva reunión que a pesar de su gran relevancia llenó pocas expectativas. Los tres objetivos que se planteó la Asamblea General cuando decidió organizar en el año 2012 la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo, Sudáfrica, fueron:* **1.** Obtener un compromiso político renovado en favor del desarrollo sostenible; **2.** Evaluar los avances logrados hasta el momento y las lagunas que aún persisten en la aplicación de los resultados de las principales cumbres en materia de desarrollo sostenible; **3.** Hacer frente a las nuevas dificultades que están surgiendo.

Se esperaba que en esta cita se revisaran los acuerdos del año 1992 y se discutieran los temas más urgentes de importancia para la Humanidad, sin

embargo, la agenda no aborda la complejidad de los problemas actuales y guarda poca relación con las gran cantidad de temáticas analizadas hace veinte años. Asimismo, en esa resolución, se estipulan dos temas concretos para el debate: **a.** La economía ecológica en el contexto del desarrollo sostenible; **b.** La erradicación de la pobreza.

El primero es lo que se ha posicionado como el tema central de la cumbre oficial: la discusión y acuerdos en torno al desarrollo e implementación de una Economía Verde, entendida como un modelo de desarrollo con bajas emisiones de carbono. Esta situación ha generado críticas y molestia entre las organizaciones de la sociedad civil, que desde distintas perspectivas han cuestionado el concepto de Economía Verde en contraposición con el de Economía Ecológica, que supone cambios profundos en el modelo de desarrollo en un planeta en crisis.

— 3. INDICADORES E ÍNDICES. FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS

Como ya se ha señalado, la discusión actual a nivel internacional sobre el desarrollo sustentable se centra en la necesidad apremiante de eliminar la ambigüedad y discusión retórica sobre el término, a través del desarrollo de instrumentos conceptuales que permitan materializar y objetivar claramente las dimensiones precisas de la sostenibilidad y, por otra parte, la construcción de indicadores de sostenibilidad que sirvan para instrumentar, evaluar y ajustar en la marcha, con facilidad y efectividad el logro de las políticas que han sido adelantadas, especialmente, en lo referente al tema ambiental.

A nivel internacional, existen variadas experiencias de implementación de estos parámetros dirigidas a alcanzar el desarrollo sostenible, es decir, garantizar el aprovechamiento de los recursos, conservar la integridad de los ecosistemas, proteger la salud humana y el bienestar general de la población (Feria, 2003). Por lo tanto, los indicadores se han posicionado como instrumentos útiles para integrar al medioambiente en las políticas públicas, económicas y sociales, aún cuando es cierto que siempre se han utilizado estadísticas para medir el éxito o fracaso de los planes y políticas.

La diferencia en la actualidad, tal vez se centra en las cualidades o atributos que le asignan, como la facilidad para determinar con mayor precisión el impacto que tienen las acciones humanas sobre las dimensiones más críticas, como el medio ambiente o la cohesión social. De hecho, el uso de indicadores ambientales a nivel nacional, regional, local y a nivel de campo se ha convertido en una herramienta de evaluación común (Bockstaller y Girardin, citados por Donnelly *et al.*, 2006).

En este sentido, se ha señalado que la mayoría de los parámetros o variables estadísticas asociados a temas ambientales pueden ser considerados como indicadores, siempre que aporten mensajes simples y claros sobre lo que está ocurriendo en el medio ambiente. Esta, tal vez sea la razón del por qué existen muchas definiciones sobre indicadores, por lo que a continuación se hará un breve análisis de las más resaltantes a nivel internacional y el aporte de algunos investigadores citados en este artículo.

Una de las definiciones que posee mayor relevancia por su alcance y proyección en diversos sectores es la establecida por la OCDE (Citada por Polanco, 2006), que considera que un indicador *es un parámetro, o valor derivado de otros parámetros, dirigido a proveer información y describir el estado de un fenómeno con un significado añadido mayor que el directamente asociado a su propio valor.*

Es decir, que el indicador debe proveer información más allá de su capacidad de representación propia (Rueda citado por Hernández, 2009; Castro, 2002), porque él proporciona una pista sobre un asunto de mayor importancia o hace perceptible una tendencia o fenómeno que no es inmediatamente perceptible (Agencia Europea de Medio Ambiente citado por Donnelly *et al.*, 2006). Para el Instituto Francés de Medio Ambiente (IFEN) esta característica es la que los distingue de los datos: la *significancia sintética* (Aguirre, 2001; González, 2007; Manteiga, 2000).

También hay definiciones que coinciden al señalar que el indicador es una medida de síntesis. Para Ott citado por Castro (2002), *es un medio para reducir información a su forma más simple manteniendo el significado esencial.* Pero el Ministerio de Medio Ambiente de España citado por Aguirre (2001), en su trabajo sobre indicadores ambientales agrega, que

el indicador debe reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones.

Esto es posible gracias a que *el indicador como magnitud de síntesis, facilita la interpretación de la información que permite medir eficazmente la presión sobre el medio ambiente y la respuesta efectiva proporcionada por las políticas ambientales* (Feria, 2003, 244). Para Achkar *et al.* (2005), son variables en un modelo simplificado del sistema en estudio que proporciona una información agregada y sintética.

Esta es la característica principal: su capacidad para resumir, concentrarse y condensar la enorme complejidad de nuestro entorno dinámico para una cantidad manejable de información significativa que se puede comunicar, incluyendo sus tendencias en el tiempo (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos citada por Donnelly *et al.*, 2006; Godfrey y Todd, citado por Kumar *et al.*, 2009).

Los indicadores poseen entonces una capacidad de síntesis que le permiten representar una realidad muy compleja, porque se refieren a problemas ambientales socialmente relevantes (Hernández, 2009; Aguirre, 2001), pero que deben ser formulados de tal manera que interpreten y comuniquen los datos de una manera fácilmente comprensible y evaluable por la totalidad de los ciudadanos, un público amplio y no necesariamente experto, para orientar los datos de tal modo que puedan ser útiles a los procesos de toma de decisiones.

De manera general, los indicadores bien formulados constituyen una buena base de consulta, completa y asequible, lo que les hace muy útiles para la comunicación (IFEN citado por Aguirre, 2001). El indicador no sólo es un medidor que permite revelar una posición, es un valor que muestra y facilita la perceptibilidad de uno o varios fenómenos (González, 2007), para visualizar fenómenos y poner de relieve las tendencias, simplificar, cuantificar, analizar y comunicar información que de otra manera sería compleja y complicada (Warhurst citado por Kumar *et al.*, 2009).

El término indicador no sólo viene a representar de manera simplificada una situación compleja, una realidad modelizada, sino que también permite

valorar su evolución a lo largo del tiempo, a través del seguimiento y la transmisión de información sobre el comportamiento de la realidad y sobre su evolución y tendencias o su comparación entre espacios o estructuras diferentes con el uso de datos objetivos (Hernández, 2009; Feria, 2003). Se utiliza entonces, para medir aspectos de un proyecto sobre medio ambiente y sociedad para supervisar su progreso o dirección (Donnelly *et al.*, 2006).

Todo esto porque *los indicadores no están diseñados para proveer un amplio panorama de aspectos ambientales, sino para ayudar a revelar tendencias y llamar la atención sobre fenómenos o cambios en las variables que requieren un futuro análisis y posibles acciones como proporcionar información de advertencia temprana para evitar daños económicos, sociales y ambientales, formular estrategias y comunicar ideas y de apoyo para la toma de decisiones* (Polanco (2006; Lundin, Berke y Mantacitados por Kumar *et al.*, 2009).

También se ha reconocido el papel de los indicadores como una herramienta para la evaluación y para interpretaciones científicas y de políticas (Polanco, 2006), porque un indicador de desarrollo sostenible debe permitir la posibilidad de referenciar el grado de cumplimiento de un objetivo –no se consideran neutros– y por eso es una guía de acción política y no solo una estadística que revela un estado o situación sin sugerir vías posibles para modificar las evoluciones, porque responden a criterios y fines establecidos de antemano.

Según Donnelly *et al.* (2006), los indicadores ambientales se pueden utilizar en la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), para demostrar los cambios en la calidad del medio ambiente resultantes de la aplicación de planes y programas. Sin embargo, no se debe soslayar la necesidad que tienen de ser complementados por otra información científica y cualitativa, particularmente para explicar fuerzas motrices detrás de cambios de valores de indicadores, aspecto clave para una valoración y también el hecho de que algunos temas no se prestan en sí mismos para evaluación por medidas cuantitativas o indicadores (González, 2007).

En cuanto a la definición de índice, la OCDE (citada por Polanco, 2006 y Owen de Contreras *et al.*, 2006) lo consideran como *un conjunto agregado o*

ponderado de parámetros o indicadores que, según el Ministerio de Medio Ambiente de España (citado por Aguirre, 2001), consisten en la fusión de una serie de variables ambientales que se han elegido de acuerdo a ciertos criterios de ponderación específicos elegidos objetivamente. Por lo tanto, como resultado de la integración de estas variables, es una expresión numérica de carácter adimensional que le asigna un carácter social más acentuado que los indicadores. Por la intencionalidad del proceso de ponderación Lancker y Nijkamp citados por Kumar *et al.* (2009), coinciden con esta idea porque señalan que, un indicador determinado no dice nada sobre sostenibilidad, salvo un valor de referencia, como los umbrales.

Hernández (2009), los distingue como indicadores complejos o sintéticos por la complejidad de los parámetros analizados. A diferencia de los indicadores simples unidimensionales que se refieren a aspectos sectoriales de la realidad y se utilizan para determinar la evolución de la sostenibilidad y la calidad de vida en cuanto a su caracterización y comparación, los complejos o índices son los que relacionan las diferentes dimensiones y para ello se requiere que los indicadores simples sean elegidos por su capacidad para componerse en indicadores complejos, de forma tal, que permitan relacionar causas y efectos, los aspectos negativos y los positivos de una actuación.

Recientemente, los indicadores compuestos han ganado un creciente interés como una herramienta eficaz que contribuye a la formulación y el análisis de políticas públicas así como a su evaluación y comunicación. Por su capacidad de síntesis, los indicadores compuestos permiten atraer la atención de la comunidad, dar lugar a la creación de narrativas convincentes y ayudar a enfocar los debates de las políticas integradas que promuevan el desarrollo orientado a la sostenibilidad. La construcción de indicadores compuestos con el fin de analizar y evaluación del desempeño de los países y en múltiples áreas de la gestión pública (Shuschny y Soto, 2009).

Kumary *et al.* (2009), consideran que la medición de la sostenibilidad se hace como un enfoque de dos pasos:

1. A través de indicadores de desarrollo sostenible, que miden los progresos realizados en un número de campos individuales seleccionados.
2. La evaluación del avance global hacia el desarrollo sostenible que se realiza mediante una combinación de estos campos individuales con respecto a su interconexión.

En todo caso, estas medidas son cada vez más reconocidas como herramientas útiles para la formulación de políticas públicas y comunicación en la transmisión de información sobre países y rendimiento empresarial en campos como el medio ambiente, economía, sociedad o mejoramiento tecnológico. Para visualizar los fenómenos y destacar las tendencias, porque los indicadores de sostenibilidad simplifican, cuantifican, analizan y comunican información que de otra manera sería complicada por la enorme complejidad de nuestro entorno dinámico, razón por la cual se requiere una cantidad manejable de información significativa para apoyar la toma de decisiones oportunas (Godfrey y Todd, citados por Kumary *et al.*, 2009).

Feria (2003), señala que su aplicación les convierte en instrumentos útiles para realizar análisis comparativos al integrar aspectos medio ambientales en las políticas públicas económicas y sociales y, que esta, es su utilidad principal. Por su parte Aguirre (2001), agrega que los indicadores proporcionan datos equivalentes entre sí en las diferentes regiones y países, de forma que puedan también agruparse para obtener datos globales nacionales e internacionales.

A nivel mundial se ha reconocido su papel especial para la elaboración de informes sobre el estado del medio ambiente o para completar los informes periódicos, e incluso elaborarlos con una perspectiva totalmente diferente. Especialmente en lo que concierne al proceso de seguimiento de la evolución de las políticas ambientales y la integración de la variable ambiental en las diferentes políticas sectoriales. Este rol ha facilitado revisar los progresos logrados en relación a las medidas del desempeño y reportes del progreso de acciones hacia un desarrollo sostenible y transmitir los resultados tanto a los responsables de dichas políticas como al público en general.

De esto dan fe las múltiples iniciativas realizadas por distintos organismos internacionales como la Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Comisión de la Unión Europea y su Oficina Estadística, así como la Agencia Europea de Medio Ambiente. También existen muchas instituciones específicas en varios países e investigadores particulares que destacan la idoneidad de los indicadores, especialmente los Consejos Europeos celebrados en los últimos años.

La utilidad de los indicadores es resumida por Aguirre (2001), Achkar *et al.* (2005) y Owen de Contreras *et al.* (2006), a través de las funciones que estos cumplen:

- Como fuente de información sobre problemas ambientales, a través de la difusión de información a cualquier nivel, desde los responsables políticos, gestores, expertos, investigadores hasta el público en general, porque un indicador es un transmisor de información (exacta o falsa), también un factor de formación de opinión pública y un instrumento en el proceso educativo al proporcionar información sistematizada y de fácil comprensión.
- Como soporte para el desarrollo de políticas en el establecimiento de prioridades, identificando los factores clave del ambiente y su contribución en el seguimiento de las políticas de respuesta y la integración, por lo tanto, es un instrumento de poder al facilitar la evaluación de la situación ambiental de un territorio o de una problemática específica y la revisión regular y sistemática del progreso hacia los objetivos políticos.

En definitiva, los indicadores ambientales se refieren siempre a problemas ambientales socialmente relevantes y, deben comunicar y orientar, la interpretación de un dato de tal modo que puedan ser útiles a los procesos de toma de decisiones. En general, deben constituir una buena base de consulta, completa y asequible, para un público amplio y no necesariamente experto. Para lograrlo, Hernández (2009), advierte que se necesitan tres condiciones:

1. **Comunicabilidad**, que el indicador sea útil para comprender los cambios que se producen y evaluar las políticas.
2. **Accesibilidad**, que dispongamos de los medios para producirlo, que éstos no superen un umbral lógico de costos, y que la disponibilidad del indicador sea acorde con el desarrollo temporal de los cambios.
3. **Publicidad**, de forma que todos tengan acceso a la información, siendo su producción y difusión lo más independiente posible de la entidad que dirige el proceso evaluado.

Para Manteiga (2000), la creciente demanda de información ambiental, cuya utilidad ha sido sustentada para prevenir problemas ambientales y para servir a un proceso político preventivo justifica que, a pesar del esfuerzo y limitaciones para obtener información básica, sea necesario continuar avanzando en el desarrollo de indicadores y sistemas de indicadores, y esforzarse también en lograr que estos respondan a un esquema común y comparable a nivel regional, nacional y hasta internacional. Aspectos estos que han quedado reflejados explícitamente en los documentos del Grupo de Expertos del Grupo de Revisión de la Política Ambiental de la Comisión Europea.

— 4. CRITERIOS PARA DEFINIR INDICADORES

Los criterios para la selección de los indicadores varían de acuerdo con la institución, país y objetivos, pero todos se basan en el marco teórico del proyecto al que sirven, la disponibilidad y confiabilidad de los datos, la relación con los problemas o pertinencia, la utilidad para el usuario, entre otros. Existe una gran variedad y cantidad de características o requisitos que se le exigen a los indicadores para que se conviertan en instrumentos eficaces para orientar las políticas públicas y en virtud de que para algunos autores e instituciones unos son más relevantes que otros a la hora de validar su selección, para este trabajo se organizaron en tres condiciones importantes a saber:

1. **De acuerdo al alcance y la utilidad que cumplen los indicadores.** Los indicadores tienen un alcance nacional pero esto no restringe su utilidad a escalas regionales o locales si fuera pertinente, debiendo buscar siempre una interpretación ajustada sobre la situación medioambiental y las presiones de la actividad humana en relación con objetivos políticos (Aguirre, 2001; Polanco, 2006). Para cumplir los objetivos del desarrollo sostenible, u otros que se persigan dentro de las políticas públicas, dependerá siempre de que estas tengan una orientación ligada a dicha finalidad (Feria, 2003; Aguirre, 2001).

Se deben establecer indicadores cuya comprensión sea sencilla y accesible a los no especialistas. Deben ser claros, simples, exactos y no ambiguos, que no den lugar a dudas, y específicos del tema a tratar pero que haya equilibrio entre complicación y simplicidad (Aguirre, 2001; Harger y Meyer, 1996; Hernández, 2009). Se deben evitar tanto denominaciones como expresiones en valores que requieran un conocimiento específico o académico sobre la

cuestión. Por el contrario, un buen conjunto de indicadores adecuadamente trabajados y transmitidos pueden constituirse no sólo en una inapreciable fuente de información sino que sobre todo tienen la posibilidad de convertirse en un instrumento de educación y concienciación pública que ayude a incrementar el grado de implicación y participación de la sociedad en estos temas (Feria, 2003) [Fig. 1].

La OCDE advierte que los indicadores también deben permitir mostrar las tendencias en el tiempo (Polanco, 2006) y deben ser capaces de ser vigilados para establecer las tendencias de rendimiento (Harger y Meyer, 1996). Los indicadores tendrían la virtualidad de mostrar en qué medida las políticas públicas está contribuyendo o alejándose a los objetivos de sostenibilidad (Feria, 2003).

En la medida de lo posible deben tener un consenso internacional y nacional (Aguirre, 2001) y estar basados sobre estándares (Polanco, 2006), para servir como referencia en comparaciones (Polanco, 2006; Kumar *et al.*, 2009), tanto sincrónicas –entre distintas áreas geográficas en fechas claves, como diacrónicas– a lo largo del tiempo (Tolón y otros,

2008). Así mismo, el conjunto de indicadores definidos debe ser comprensivo de la realidad ambiental a la que se refiere y abarcar todo el espectro de las actividades humanas relacionadas con la economía y el medio ambiente, pero la superposición entre indicadores particulares debe ser tan pequeña como sea posible (Aguirre, 2001; Harger y Meyer, 1996).

Deben ser sensibles a los cambios de tendencia (Tolón *et al.*, 2008), así como dar cuenta de los efectos colaterales de los proyectos o programas que evalúan y dar una demostración convincente de que los objetivos están siendo alcanzados, basados en la observación y no subjetivamente, utilizando, de ser posible, un umbral o valor de referencia contra el cual pueda ser comparado (Marín, 2006; Harger y Meyer, 1996; Hernández, 2009; Polanco, 2006).

2. **De acuerdo a la selección y definición del indicador.** Si bien es cierto que los indicadores pueden y deben ser limitados en número, también se debe considerar que ellos están amparados con un criterio de enriquecimiento, por lo tanto, deben tener una elevada capacidad de síntesis para cumplir la función de proveer una imagen representativa de las condiciones ambientales, de sus presiones o respuestas de la sociedad (Polanco, 2006; Aguirre, 2001; Feria, 2003), y expresar, a través de un valor cuantitativo, una gran cantidad de información.

La OCDE señala que los indicadores reducen la cantidad de medidas y parámetros requeridos para presentar de manera exacta una situación dada, en consecuencia, el tamaño y el nivel de detalle necesitan ser limitados (Polanco, 2006). Esta es una función clave de un indicador: reducir el volumen y la complejidad de la información que es requerida por los tomadores de decisión (Donnelly *et al.*, 2006).

Los indicadores están en el vértice de la pirámide informativa cuya base está constituida por una gran cantidad y variedad de datos e información sobre las distintas cuestiones a considerar (Harger y Meyer, 1996), por lo tanto, los indicadores deben estar claramente relacionados con las metas de política y deben ser factibles de ser cambiados por el uso de instrumentos de política (Marín, 2006). La

pertinencia de los indicadores ambientales se basa en la relación directa entre la variable, el indicador y el problema ambiental a resolver (Polanco, 2006).

A la hora de construir indicadores se deben considerar que estos deben ser fácilmente mensurables (Feria, 2003), y que los datos requeridos que soportan el indicador, deberían según Polanco (2006): **a.** Estar disponibles en la actualidad o poderse obtener con una relación costo/beneficio razonable; **b.** Estar acompañados de documentación adecuada e informar sobre su validez o representatividad y poderse asociar con modelos económicos o sistemas de información y de predicción; **c.** Ser actualizados en intervalos regulares conforme a procedimientos conocidos.

3. **De acuerdo a su validez y solidez científica.** Para Aguirre (2001) y Kumar *et al.* (2009), los indicadores deben ser realizables dentro de los límites del sistema estadístico nacional y disponible con el menor coste posible. Hernández (2009), resalta que no tiene sentido hacer referencia a algo difícil o imposible de medir, y Marín (2006), advierte que dentro de los indicadores seleccionados, es posible que algunos no sean fácilmente medibles y deban remplazarse por otros menos confiables pero más asequibles. Cada indicador debe constituir una expresión clara de estado y tendencia, generalizable al área temática de referencia, es decir, el indicador se interpreta en el contexto de referencia para el que ha sido definido (Aguirre, 2001).

La frecuencia y cobertura de los elementos debe ser suficiente para permitir la identificación oportuna de las tendencias de rendimiento (Harger y Meyer, 1996) y contar con datos periódicos homogéneos con la escala temporal del cambio. Para Hernández (2009), los indicadores deben poder construirse en el corto plazo para facilitar la evaluación y el reajuste de las metas. Y lo más importante estar bien fundamentado, desde el punto de vista técnico y científico (Kumar *et al.*, 2009; Manteiga, 2000; Polanco, 2006; Tolón *et al.*, 2008). Bockstaller y Girardin citados por Donnelly *et al.*, (2006) *sugieren que para que un indicador ambiental se considere válido debe ser diseñado científicamente, proporcionar la información pertinente y ser útil para el usuario final.*

Alcance y utilidad

- **Relevancia a escala nacional** (Aguirre, 2001; Polanco, 2006).
- **Pertinencia** (Aguirre, 2001; Feria, 2005).
- **Simplicidad** (Aguirre, 2001; Harger y Meyer, 1996; Hernández, 2009; Feria, 2006; Polanco, 2006).
- **Representatividad** (Aguirre, 2001), (Polanco, 2006).
- **Ámbito** (Aguirre, 2001; Harger y Meyer, 1996).
- **Evaluación** (Harger y Meyer, 1996; Feria, 2006).
- **Predictivos** (Tolón y otros, 2008; Marín, 2006).
- **Sensibilidad** (Harger y Meyer, 1996; Polanco, 2006; Hernández, 2009).
- **Comparabilidad a nivel regional y nacional** (Polanco, 2006; Kumar y otros, 2009; Tolón y otros, 2008).
- **Tener un umbral** (Polanco, 2006).

Selección y definición

- **Delimitación** (Aguirre, 2001; Polanco, 2006; Feria, 2006).
- **Cuantificación** (Harger y Meyer, 1996; Hernández, 2009; Feria, 2006; Polanco, 2006).
- **Pertinente** (Marín, 2006).
- **Fiabilidad** (Kumar y otros, 2009).
- **Versatilidad** (Polanco, 2006).

Factibilidad y validez científica

- **Disponibilidad y factibilidad** (Aguirre, 2001; Kumar y otros, 2009; Hernández, 2009; Marín, 2006).
- **Expresividad y generalización** (Aguirre, 2001).
- **Oportunidad** (Harger y Meyer, 1996; Hernández, 2009).
- **Validez científica y solidez analítica** (Kumar y otros, 2009; Manteiga, 2000; Polanco, 2006; Tolón y otros, 2008).

[Fig. 1]

Criterios para definir indicadores.
FUENTE: elaboración propia.

A final de cuenta es necesario tener claro que se quiere medir y para qué. Por esta razón, lo fundamental a la hora de construir indicadores es considerar los objetivos de la sostenibilidad, las variables ambientales a afectar, los problemas ambientales que se pueden ocasionar, y los indicadores que existen, que sean pertinentes a los objetivos. Particularmente, es indispensable conocer el plan, programa o proyecto que se está proponiendo para determinar cuáles son las variables que resultarán afectadas negativa o positivamente y cómo, con cuales indicadores se puede medir este impacto, cual es su disponibilidad, la calidad de la información, la facilidad o dificultad de su cálculo, su representatividad, su sencillez, en fin todos y cada uno de los criterios o condiciones que hacen válido a un indicador.

La mensurabilidad y calidad de los datos varían mucho entre indicadores individuales, algunos pueden ser medidos inmediatamente, otros necesitan esfuerzos adicionales antes de ser publicados y usados (Polanco, 2006).

Una vez superada la meta de seleccionar los indicadores, es relevante la presentación y el contenido del indicador. El formato de presentación del contenido es muy importante para que el indicador cumpla con su función de informar de forma clara y veraz, por lo tanto es necesario establecer un contenido mínimo indispensable que sirva para su utilización en los foros de discusión pública tanto en la etapa de análisis como para su validación. Por ello, se recomienda que la denominación sea lo más concreta y concisa para evitar ambigüedades en su interpretación.

Existe gran variedad de posibles formatos de presentación de los indicadores, porque los organismos se basan en las características y tipos de informes que manejan. Los más utilizados como referencia son: la Agencia Europea de Medio Ambiente, la OCDE, EUROSTAT, la Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, otros, que ofrecen ejemplos interesantes para considerar.

A pesar de ello, Aguirre (2001), propone un contenido básico a desarrollar, el cual puede modificarse de acuerdo a las necesidades, objetivos y disponibilidad de información que comprende la descripción y ámbito del indicador, el análisis y

evaluación de la información ofrecida por el indicador, los datos base y complementarios e indicadores complementarios o derivados que amplían la información. Por su parte Marín (2006), habla de la necesidad de especificar el indicador señalando el nombre, el atributo o la cualidad, la unidad de medida (cifras, porcentajes, tasas y promedios), y la operacional en términos de expresión matemática o forma de cálculo del indicador.

5. LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE INDICADORES AMBIENTALES Y SUS PROBLEMAS

Manteiga (2000), sugiere que el campo de aplicación de un sistema de indicadores puede comenzar por establecer una ordenación de los temas ambientales, en correspondencia a los temas en que se ordena la política y la legislación ambiental. Las metas no alcanzadas dentro de cada área constituyen el déficit ambiental de la región, y menciona que los indicadores ambientales ofrecen información cuantitativa sobre la magnitud de este al tiempo que orientan sobre los principales sectores responsables.

Un sistema de indicadores, entonces, permite definir una política ambiental regional coherente, basada en información capaz de avalar la selección de acciones y la asignación de recursos. Para ello, necesita conocer la relación entre el estado del medio ambiente y la presión que ejercen los diversos sectores, bien por el uso de los recursos naturales o por las emisiones contaminantes.

Marín (2006), propone que el primer paso para construir un sistema de indicadores sea determinar la unidad de análisis o elemento mínimo de estudio, observable o medible, en relación con un conjunto de otros elementos que sean semejantes. La unidad de análisis será cada uno de los objetivos que se hayan seleccionado como estratégicos en la planificación en cuanto a metas y objetivos globales. Luego esta unidad se desagrega en variables o características, cualidades, elementos o componentes que pueden ser modificadas o variar en el tiempo. Finalmente, se definen los indicadores que

son los criterios que servirán de patrón para lo que se quiere valorar o evaluar. Es bueno resaltar las recomendaciones para definir las variables porque se debe procurar utilizar la mayor rigurosidad, y evitar la ambigüedad, asignándole un sentido unívoco y claro. También cuando se seleccionen se recomienda desagregar los objetivos para obtener factores específicos relevantes o claves para la comprensión de la realidad que se estudia, y considerar sólo una cantidad muy pequeña de características claves para profundizar en el análisis.

Sostiene Manteiga (2000), que el primer paso para construir un sistema de indicadores es elaborar un perfil sectorial. Estos sectores serán elegidos de acuerdo a los objetivos del plan, programa o proyecto que se haya planteado para evaluar las potencialidades y limitaciones para el desarrollo de

un espacio. Una vez elaborado este perfil, se relacionan las características sectoriales y sus tendencias con los indicadores sobre el estado del medio ambiente en la región, y con esta información se pueden plantear y justificar las potencialidades y limitaciones ambientales de desarrollo sectorial del ámbito geográfico.

Tolón *et al.* (2008), recomienda para la construcción de un sistema de indicadores, el ciclo iterativo expuesto en la [Fig. 2].

Según Harger y Meyer (1996), existe la necesidad de establecer indicadores para comparar y evaluar los efectos de proyectos, planes y programas, y para ello, es un requisito definir una escala contra la cual puedan medirse y verificar, en la evaluación, su contribución a la sostenibilidad. Tolón *et al.* (2008), señalan que a partir de estos



[Fig. 2] Ciclo iterativo para la construcción de un sistema de indicadores según Tolón *et al.* (2008). FUENTE: elaboración propia.

valores, se puede proponer una jerarquía de valores, obtenida de forma razonada y motivada, en valor deseable u óptimo y calor crítico o negativo, es decir, los valores umbrales o límites de la sostenibilidad. Ellos recomiendan determinarlos tomando los valores de referencia que existan como:

- Los valores establecidos que serían aquellos estándares fijados por organismos reconocidos, los legales, administrativos, los señalados dentro de políticas, planes, programas o en trabajos científicos de modelos de indicadores.
- Los valores medios a nivel espacial de las áreas estudiadas o áreas superiores a la considerada o a nivel temporal de unas u otras.
- La opinión de expertos, representantes institucionales, investigadores.

También introducen el término de valores objetivos que son los que se determinan para fechas o periodos determinados y deben ser valores realistas, posibles de alcanzar, y que signifiquen progresos razonables hacia el valor umbral deseable de la sostenibilidad. Se estiman, por tanto, a partir de este último. Luego, a partir de los valores de referencia, de los valores deseables estimados y de los valores objetivos de progresos considerados en otros modelos, se seleccionarán los periodos de referencias y se propondrán los valores objetivos para el indicador considerado.

Para Marín (2006), puede haber problemas a la hora de diseñar y seleccionar los indicadores, porque hay que elegir entre muchos indicadores posibles para una variable o meta y el problema de la objetividad y porque puede suceder que los indicadores encontrados no midan exactamente la variable objetivo sino algún aspecto conexo de menor relevancia. Por ello, es importante observar la recomendación de Kumar *et al.* (2009) que señalan la necesidad de basarse en el objetivo del proyecto o la investigación, para seleccionar los componentes del indicador compuesto de acuerdo al significado que tengan: global o local. También agregan que los índices se construyen a partir de la selección de componentes que se basan en teorías, análisis empírico, pragmatismo, apelación intuitiva o una combinación de ellas.

Por estas razones, Manteiga (2000), alega que estas y otras razones técnicas han contribuido a la necesidad de elaborar un conjunto de indicadores que, estructurados en áreas temáticas específicas y representativas de la problemática ambiental, sean capaces de configurar un sistema coherente y dotado de la suficiente consistencia y lógica interna para asegurar su estabilidad. Cita la experiencia del Sistema Español de Indicadores Ambientales, que se caracteriza porque la selección de los indicadores se materializa en un foro de discusión multidisciplinar, con el fin de asegurar la mayor participación de los diversos agentes y contribuir a lograr un amplio consenso social. Esta condición garantiza una visión lo suficientemente amplia y relativamente objetiva sobre el conjunto de fenómenos analizados.

Agrega, este autor, que la selección de los indicadores se realiza identificando en primer lugar, los principales problemas o preocupaciones ambientales asociadas a cada una de las áreas ambientales contempladas. De esta forma, se dispone de una visión de la problemática del medio ambiente y de una forma de evaluación o seguimiento de la evolución de estos problemas mediante los indicadores adoptados. Aunque advierte que una de las condiciones para elegir un indicador ambiental, es la disponibilidad de información para poder calcularlo, y que en muchas ocasiones la información con que se debería contar para este propósito no se encuentra disponible a corto o medio plazo. Agrega, que por esta razón cuando ha sucedido, se ha optado por incluirlo en un sistema, considerando que de este modo se puede potenciar su desarrollo y elaboración en el futuro. Esto porque la identificación de los indicadores como instrumento capaz de agregar la información no es suficiente en el marco de desarrollo de la política ambiental. Este es el argumento que esgrime para sustentar la construcción de sistemas de indicadores ambientales.

Resalta también que el sistema de indicadores debe ofrecer un significado más amplio que el asociado a cada uno de los indicadores, porque cada indicador constituye un valor relativo a un fenómeno, capaz de ofrecer más información que la que se desprende de la mera configuración del parámetro y pueden entenderse como las células del sistema,

donde es preciso establecer con claridad las conexiones necesarias para dar funcionalidad al conjunto. Por eso coincide con los otros investigadores, que señalan que en esta tarea es indispensable establecer el objetivo concreto del sistema de indicadores, ¿a quién va dirigido y para qué?

Antes de mencionar los marcos y sistemas más relevantes en esta materia, no se debe soslayar el hecho de que uno de los mayores obstáculos que enfrenta el proceso de selección de indicadores a nivel mundial, es la escasez de información y la poca calidad de esta, lo que limita enormemente la función de comunicar de los indicadores (Owen de Contreras *et al.*, 2006). Según Fera (2003), tradicionalmente existe una escasa atención hacia las estadísticas públicas y el PNUMA (2003), lo reafirma al mencionar que existe en América Latina y El Caribe una falta de cultura de la información, que junto a los limitados presupuestos nacionales, evitan que muchos países dediquen recursos suficientes a actividades relacionadas con la recopilación de datos y la formulación de indicadores.

Es decir que hay una muy limitada capacidad financiera y técnica para hacer la tarea, aún en países donde se reconoce la importancia de contar con datos e indicadores. Como resultado, el acopio de datos y elaboración de indicadores se dirige frecuentemente a propósitos determinados y vinculados con iniciativas de marco temporal y objetivo limitados, y esto además, conlleva a la aplicación de diferentes metodologías lo que dificulta establecer un punto de referencia para establecer programas de vigilancia. Esto último, a consecuencia de la falta de coordinación entre las organizaciones que participan en la preparación de indicadores, ha ocasionado la elaboración de metodologías e indicadores poco compatibles entre sí. En conclusión, los esfuerzos dedicados a elaborar un conjunto de indicadores útil a nivel regional y subregional han tenido escaso éxito hasta el momento.

Para este organismo los aspectos del medio ambiente y el desarrollo sostenible que cuentan con indicadores escasamente desarrollados son la salud ambiental, la vulnerabilidad, el desarrollo urbano y otras áreas importantes para la región, como el turismo. Si bien se dispone de una gran cantidad de datos económicos y sociales, relativamente

confiables y bien comprendidos, en el caso de la información ambiental no lo está porque esta es un recurso escaso y la búsqueda de información oportuna, integral y honesta puede resultar costosa y difícil de encontrar, en países que tienen prioridades socioeconómicas diferentes a las estadísticas, aunque la adquisición de datos ambientales siga siendo una necesidad básica en todos los países.

Harger y Meyer (1996), señalan que construir una lista de indicadores es tarea difícil porque hay que tener en cuenta todos los factores que influyen en el desarrollo de una nación en materia de medio ambiente y economía, y por ende, deben ocuparse de muy diversas actividades que influyen de una forma compleja porque las redes y los efectos sinérgicos son muy difíciles de considerar. Agregan que aunque el hecho de identificar una variable o un conjunto de variables para cada indicador hace posible la ponderación y la comparación de cada proceso involucrado en el desarrollo de una nación, esto también es una tarea delicada por las controversias que surjan, dado que el valor asignado a determinados procesos puede ser subjetivo. Cloquell *et al.*, citados por Donnelly *et al.*, (2006), sugieren que los indicadores deben ser validados y aceptados previamente por los participantes y partes interesadas de cualquier proceso de evaluación de impacto.

Por lo tanto Harger y Meyer (1996), a partir de la experiencia en Jakarta, sugieren definir el valor de cada indicador bajo la perspectiva del posible impacto ambiental, construyendo una matriz donde se crucen los problemas ambientales prioritarios y áreas problemáticas. Cada una de estas células va a representar la evaluación de uno o más indicadores dentro de cada una de las células formadas y esto puede constituir la base para la cuantificación de la sostenibilidad en cualquier nivel requerido desde el enfoque de micro-proyecto a una visión global. La idea sería que eventualmente sea posible crear indicadores que son más o menos independientes para cada área de programa o el problema.

Para Fera (2003), todas estas limitantes llevan a pensar que la reflexión y el debate sobre los indicadores de sostenibilidad no es sólo una discusión técnica y sectorial sobre determinadas cuestiones ambientales, sino que afecta

directamente a la filosofía del modelo de sociedad que se desea y las políticas que se establecen para llegar allí. Por lo tanto, la complejidad y dificultad merecen la pena afrontarlas si se conoce realmente como es la realidad que se pretende modelizar y transformar. Por esto, él señala que a la dificultad de crear sistemas de estadísticas y datos significativos, a la escala adecuada, se une la complejidad de representar la interdependencia entre los sistemas naturales y los factores ambientales e inferir de ahí su sostenibilidad.

5.1.

CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES AMBIENTALES

Para la creación de los índices o indicadores compuestos también existen complicaciones. *Para formular un índice ambiental se requiere de dos condiciones básicas, a saber:* **a.** La definición clara del atributo que se desea medir; **b.** La existencia de información confiable para poder realizar la medición. Estas condiciones son indispensables para poder plantearse la posibilidad de construir un indicador compuesto. La satisfacción de la primera condición dará al indicador compuesto un sustento conceptual, mientras que la segunda le otorgará validez. Ambas condiciones deben validarse antes de considerar los aspectos metodológicos de la construcción del indicador compuesto o índice (Shuschny y Soto, 2009).

Por lo tanto, se necesita cumplir tres pasos centrales: *normalización, ponderación y agregación.* Se ha encontrado que los dos pasos primeros, están asociados con juicios subjetivos y revelan un alto grado de arbitrariedad. No es el caso de la agregación, porque está basada en normas científicas que garantizan la coherencia y la significancia. Por esto se afirma que tanto los índices, como los sistemas de clasificación, están sujetos a la subjetividad a pesar de la relativa objetividad de los métodos utilizados en la evaluación de la sostenibilidad. Por la multi dimensionalidad de los índices compuestos y los sistemas de clasificación se necesita decidir muy bien el sistema de ponderación y el método empleado para agregar puntajes de componentes, porque permite evaluar una variedad de aspectos que pueden traducirse en un solo índice comparable.

Estos dos primeros pasos dependen directamente de la naturaleza y el alcance del estudio en particular. Esta complicación surge porque los indicadores compuestos se basan en sub-indicadores que no tienen una unidad de medida común significativa y no hay ninguna manera obvia de ponderación para estos. Sin embargo, es recomendable que cuando se seleccionen estos sub-indicadores se tome en cuenta: el fenómeno a medir, la selección de sub-indicadores relevantes, la calidad de los datos, y las relaciones entre los sub-indicadores. Todo esto no minimiza la importancia de los índices, porque estos simplifican el problema de medir la sostenibilidad (Feria, 2003).

Validación de indicadores. Aún cuando se procura construir índices muy simples, también hay que validarlos. Durante este proceso se realizan ajustes en la selección, escala, ponderación y agregación a fin de mejorar la calidad. Esta se puede realizar mediante la validación de cualquier elemento o validación externa.

Cloquell *et al.* citados por Donnelly *et al.*, 2006, advierten que los indicadores ambientales deben ir acompañados de un proceso riguroso de validación tales como, la *Metodología de Validación de 3S*, propuesta por ellos y que introduce de tres procesos: la propia validación, la validación científica y la validación social. La construcción de estos indicadores implica decidir sobre la selección de datos, su imprecisión, métodos de imputación de datos, normalización de datos, esquemas, valores de pesos y métodos de agregación de ponderación (Kumar *et al.*, 2009).

Se pueden mencionar algunos de los primeros índices compuestos: Medida de Bienestar Económico (MEA) por Nordhaus y Tobin (1973); Índice de Progreso Social (ISP) por Estes (1974); Índice de Calidad Física de Vida (PQLI) por Morris (1979); y Aspectos Económicos de Bienestar (EAW) por Zolotas (1981) y Brekke (1997). Los índices desarrollados en la década de los 90s para medir el rendimiento global de la economía o la sostenibilidad incluyen el muy conocido Índice de Desarrollo Humano (IDH) por el PNUD (1990); Índice de Progreso Sostenible (SPI) por Krottscheck y Narodoslawsky (1994); Huella Ecológica por Wackernagel y Rees (1996); Entrada de Material por Unidad de Servicio (MIPS) por Schmidt-Bleek (1994); Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES) por Daly y Cobb (1989) y Cobb (1989), Indicador de

Progreso Genuino (GPI) por Cobb *et al.* (1995); el Barómetro de Sostenibilidad por IUCN-IDRC (1995); el Indicador de Ahorro Verdadero (GSI); y los Indicadores de Presión Ambiental (EPI) por la Unión Europea (1999).

Si bien muchos de estos no han sido utilizados por los responsables políticos debido a la medición, la ponderación y el problema de selección de indicadores, algunos de ellos son muy populares: IDH, Huella Ecológica, IBES, GPI y EPI, se han calculado bajo diferentes hipótesis debido a la variación en la calidad de los datos y la disponibilidad.

Y es que los indicadores compuestos suelen ser empleados para establecer comparaciones acerca de desempeño de las unidades de análisis a partir de las cuales se calculan. Se suele argüir que el uso de indicadores compuestos facilita la interpretación de los escenarios que deben considerar los tomadores de decisiones, y que son una herramienta de suma utilidad para evaluar el desempeño de los países mediante los ejercicios de comparación. Sin embargo, el descuido metodológico durante su diseño, la falta de información y el uso de datos inconsistentes pueden dar lugar a conclusiones, si no erróneas, demasiado simplificadas (Shuschny y Soto, 2009).

En este proceso se debe ser muy cuidadoso porque estos indicadores pueden enviar mensajes de política engañosa o no sólida, si están mal construido o malinterpretados. Para evitar que la imagen representada por el índice pueda traer conclusiones erróneas sobre políticas, el modelo matemático que lo rige debe ser lo más asertivo posible y esto depende específicamente del sentido de los parámetros que lo integran (Folch, citado por Polanco, 2006). Es por esto que la elección del modelo, el método de ponderación y el tratamiento de valor también desempeñan un papel predominante durante la construcción del marco.

Kumar *et al.* (2009), mencionan dos cuestiones que hay que considerar la correlación y el equilibrio entre indicadores. Si los sub-indicadores poseen alta correlación interna, dará un indicador compuesto muy sólido, cuyo valor y clasificación estará moderadamente afectada por cambios en la selección de ponderación, el método de normalización y otros pasos en el análisis.

Aunque hay varias iniciativas internacionales para la medición de la sostenibilidad, sólo unos pocos de ellos tienen un enfoque integral, teniendo en cuenta los aspectos ambientales, económicos y sociales. En la mayoría de los casos se focalizan en uno de los tres aspectos y aunque podrían complementarse entre sí, hay que recordar que la sostenibilidad es más que un agregado de cuestiones importantes, es también la sinergia y el desarrollo de un sistema. Este es uno de los puntos que es más difícil de dilucidar y solventar en todas estas mediciones y la diferencia entre la objetividad relativa y la subjetividad coherente (Polanco, 2006). Ambas situaciones expresan umbrales definidos y definibles para abordar situaciones complejas en términos de fenómenos discretos, y esto genera la necesidad de formular indicadores que establezcan los umbrales máximos y mínimos que permitan precisar la evolución del desarrollo sostenible.

6. MARCOS DE PRESENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INDICADORES AMBIENTALES

Kumar *et al.* (2009), advierten que antes de desarrollar la metodología y los indicadores, lo que se necesita es la definición clara de los objetivos de la política hacia la sostenibilidad y que esto parece ser aún más difícil ya que en la mayoría de los casos se ha iniciado la elaboración de indicadores mientras que todavía existen argumentos sobre lo que constituye el desarrollo sostenible. Harger y Meyer (1996), coinciden en que no hay problema para definir conceptualmente al desarrollo sostenible porque es el que permite el mayor avance sin cerrar las opciones a largo plazo, pero observan que el desafío es elaborar modelos de uso que permitan especificar tal acción.

Rennings y Wiggering (1997), también concuerdan con esta premisa cuando advierten que los indicadores y definiciones operacionales son un requisito previo para implementar la sostenibilidad en las decisiones de política porque ellos deben reflejar hasta qué punto la utilización efectiva de los recursos naturales está lejos de los objetivos o de las tres reglas de administración de su uso derivadas de la sostenibilidad:

- Las tasas de explotación de los recursos renovables no excederán las tasas de regeneración.
- Las emisiones residuales no deben exceder la capacidad de asimilación pertinente de los ecosistemas.
- Los recursos no renovables deben aprovecharse de manera casi sostenible, limitando su tasa de agotamiento a la tasa de creación de sustitutos renovables.

Esto es muy importante porque si un sistema de indicadores no cuenta con un modelo científico a priori, la coherencia y la consistencia son cuestionables y dependería sólo de la utilidad social (Castro, 2002). Los indicadores compuestos se construyen con el objetivo de medir el desempeño de una unidad de análisis en un área o tema determinado, lo que puede ser utilizado como punto de partida para el estudio de la situación de la misma ya que proporciona información acerca de una cuestión de relevancia y permite percibir una tendencia o fenómeno (Shuschny y Soto, 2009).

Mientras tanto, y para dar respuesta a la creciente necesidad de individuos, organizaciones y sociedades de encontrar modelos, mediciones y herramientas para medir de que manera las actividades actuales son insostenibles, se han creado distintos esquemas de presentación de los sistemas de indicadores que también se utilizan para clasificar a los indicadores que los constituyen y que intentan aproximarse a un enfoque integral y sistemático dentro de metodologías bien estructuradas, fáciles de reproducir y asegurar que se incluyan todos los aspectos importantes en la medición.

La estructura lógica en la que se organiza un sistema de indicadores puede ser, según Castro (2002), los siguientes:

- Por temas, medios o sectores, de acuerdo a la problemática del medio, por el medio mismo y por sectores o actividades.
- Por estructura causal, se basa en que las actividades humanas ejercen una presión en el medio, el cual cambia de estado y la respuesta de la sociedad.
- Por estructuras espaciales o ecosistemas, se agrupan los indicadores por ámbitos.

Antes de describir los modelos de indicadores existentes, es necesario señalar que un modelo es una abstracción de la realidad y sus resultados y conclusiones dependen de la formulación de propósitos u objetivos, funcionalidad, información requerida y selección de variables más representativas o relevantes en aquella situación y escala particular a modelar. Esto explica por qué los resultados del uso de uno u otro modelo en muchas ocasiones, difieren parcial o totalmente (Aguirre, 2001). Para seleccionar la información se requiere simplificar el problema que se pretende identificar a través de un número limitado de variables posibles de medir e interrelacionar. Dentro de estas variables se deben seleccionar indicadores claves que puedan establecer relaciones funcionales y esto es lo más complejo y con grandes niveles de incertidumbre, pero es importante para medir la sostenibilidad (Polanco, 2006).

Lundin citado por Kumar *et al.* (2009), también identifica dos enfoques para la selección del sistema de indicadores: El *'top-down'*, que significa que los expertos e investigadores definen el marco y el conjunto de los indicadores; y el *'bottom-up'*, que cuenta con la participación de distintos sectores interesados en el diseño del marco y el proceso de selección de indicadores.

Un sistema de indicadores o perfil de calidad ambiental, según Castro (2002), se define como un conjunto ordenado de cuestiones ambientales descritas a través de variables de síntesis cuyo objetivo es definir una visión integradora y se puede utilizar en una variedad de situaciones que este autor resume en cuatro:

- 1. Modelización.** Permite el análisis de elementos que componen un sistema, junto a los subsistemas derivados y sus relaciones entre elementos desde el punto de vista estático, dinámico y analizar la evolución de las variables.
- 2. Simulación.** Es posible utilizar indicadores para analizar variables que se producen alterando algunos componentes y manteniendo el resto.
- 3. Seguimiento y control.** Establece valores objetivos y metas, los indicadores permiten cuantificar el grado de consecución de los mismos, así como las causas que llevan a esta situación.

- 4. Predicción.** Al trabajar con fenómenos que varían en el tiempo es posible a partir de un sistema fiable de indicadores y las series históricas, aproximarse a la realidad de un futuro más o menos cercano.

Aunque en la actualidad son varios los modelos existentes, los que presentan una mayor proyección son los siguientes:

6.1. MODELO PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA (PER)

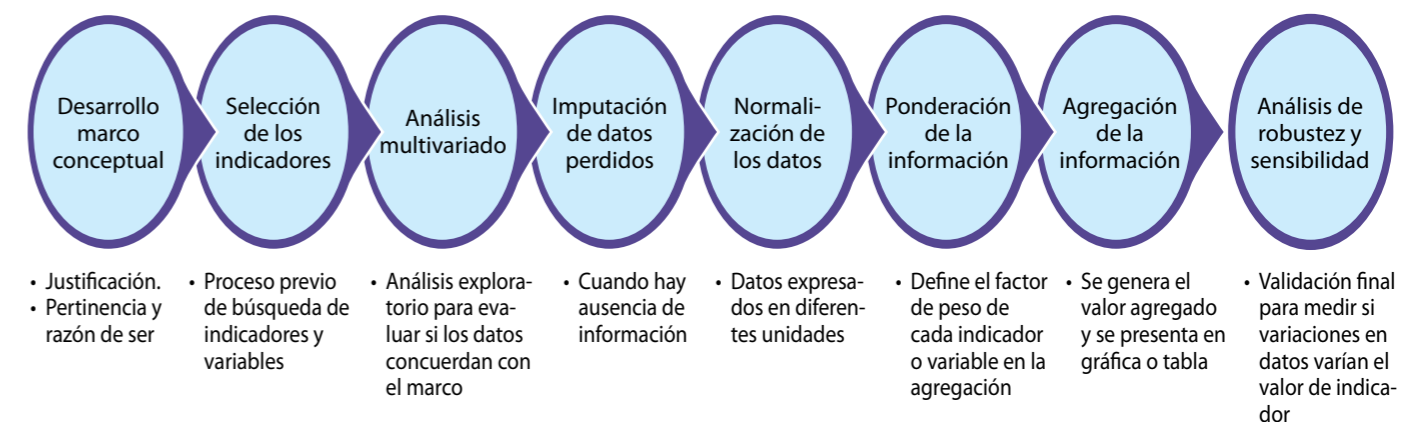
Uno de los más ampliamente utilizados por su sencillez y por lo inmediato de su comprensión. Fue desarrollado por primera vez por Friend y Rapport a finales de los 80's, y adoptado y difundido por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y EUROSTAT. Se basa en el enfoque de causalidad y obedece a una lógica según la cual las actividades humanas afectan directa e indirectamente al ambiente (PRESIÓN), alterando, en mayor o menor medida, su estado inicial y por ende, la calidad y cantidad de los recursos naturales (ESTADO). La sociedad identifica estas variaciones y puede decidir la adopción de medidas que tratarían de corregir las tendencias negativas detectadas. Estas medidas pueden tener carácter ambiental, económico y sectorial (RESPUESTA) y se dirigen con

carácter previsor, contra los mismos mecanismos de presión, o bien, con carácter correctivo, directamente sobre los factores afectados del medio. Como consecuencia de estas actuaciones, se espera, una mejoría del estado del medio ambiente (Aguirre, 2001; Owen de Contreras *et al.*, 2006).

Este modelo se ajusta a un modelo de pensamiento secuencial, lineal, que usa información de tipo vectorial, esto es, origen-dirección-destino, y que intenta establecer una secuencia coherente entre el diagnóstico de una situación sectorial y la manera como éste es enfrentado. Su principal ventaja radica en que ayuda a la sociedad a ser consciente de la interdependencia que existe entre las acciones y sus impactos, y las relaciones complejas dentro de los ecosistemas y entre el ambiente y la sociedad. Dependiendo del objetivo para el cual es utilizado, puede ser ajustado de acuerdo con las necesidades de una mayor precisión o con características particulares (Polanco, 2006). Esta afirmación queda mejor ilustrada en la [Fig. 3].

LOS INDICADORES DE PRESIÓN

Son las actividades o acciones ambientales que pueden ser indirectas o sub yacentes e inmediatas o directas. Se relacionan a métodos de producción y consumo, reflejan frecuentemente intensidades de emisión o de utilización de recursos y sus tendencias y evoluciones, dentro de un determinado período.



[Fig. 3]

Esquema de construcción de Indicadores complejos según Schuschny y Soto (2009). FUENTE: elaboración propia.

Son indicadores de integración sectorial (Manteiga, 2000), porque informan sobre la interrelación entre los efectos ambientales sectoriales (agricultura, turismo, transporte, etcétera) y las condiciones ambientales o indicadores de integración económica, cuando informan sobre el coste ambiental asociado a la actividad económica.

LOS INDICADORES DE ESTADO

Consisten en señalar la calidad y cantidad de los recursos naturales y del ambiente. Reflejan los objetivos finales de una política ambiental y tratan de mostrar en forma general el estado del ambiente y su evolución en el tiempo. Se pueden ubicar en esta categoría a las concentraciones de contaminaciones de diferentes medios, exceso de cargas críticas, exposición de la población a ciertos niveles de contaminación, estado de la fauna y flora y de las reservas de recursos naturales, entre otros. También se les conoce como indicadores de evaluación ambiental (Manteiga, 2000), porque reflejan el estado del medio ambiente en relación a una preocupación ambiental, la presión que este soporta y la respuesta social.

Estos indicadores suelen organizarse en un marco temático, entendido como preocupación ambiental (cambio climático, eutrofización, pérdida de biodiversidad, etcétera), o por grandes sistemas ecológicos (agua, atmósfera, suelo, etcétera).

LOS INDICADORES DE RESPUESTA

Como su nombre lo indican, es la reacción de la sociedad a cuestiones ambientales. Pueden clasificarse en acciones individuales y colectivas para atenuar o evitar los efectos negativos de actividades humanas sobre el medio ambiente; imponer un límite de las degradaciones ya ocasionadas al ambiente y remediarlas; y conservar y proteger los recursos naturales y el medio ambiente.

Es muy frecuente encontrar que los grupos de indicadores de Presión-Estado y Respuesta (PER) [Fig. 4], se encuentren propuestos de manera independiente, sin relación causa efecto directa, sino más bien indirecta. Todos se relacionan con el tema que los motiva pero no entre sí (Polanco, 2006). Su principal ventaja al momento de aplicarlo es el

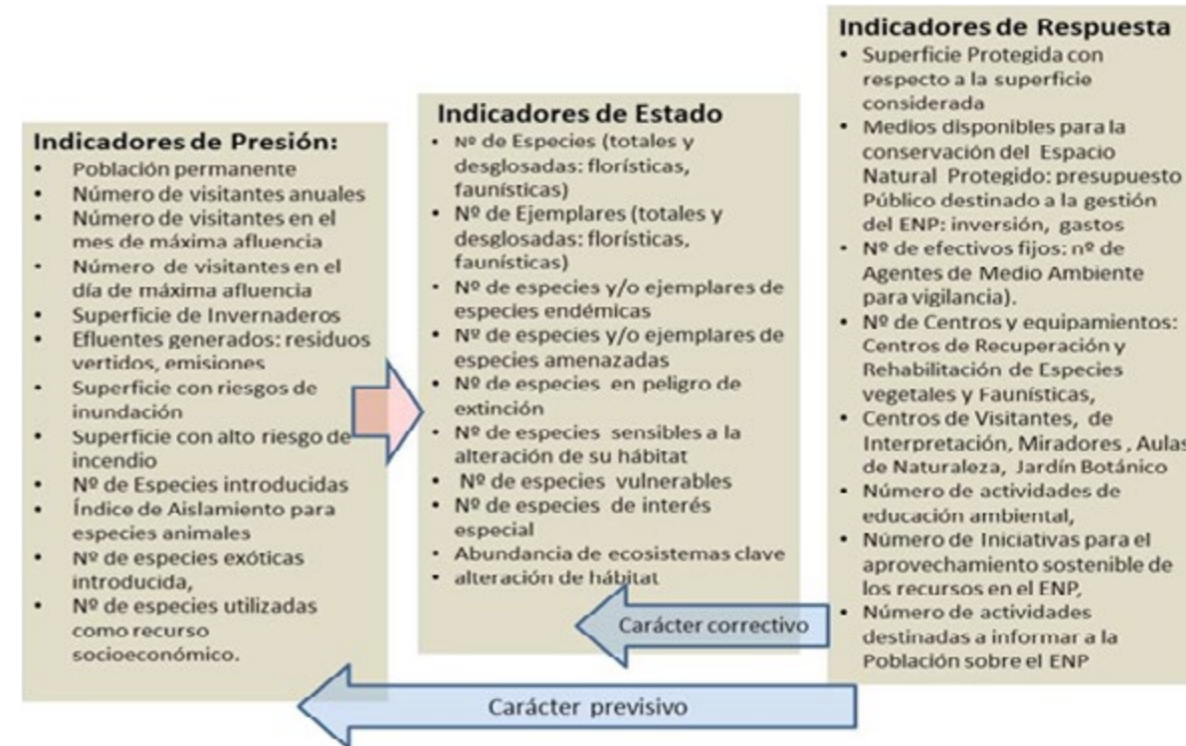
prestigio que le confiere su procedencia, ya que al ser propuesto por un organismo internacional de gran cobertura y reconocimiento, la información es fácilmente comparable, accesible y comunicable.

Ha sido aplicado por organismos reconocidos a nivel mundial como las Naciones Unidas, el Banco Mundial y la EUROSTAT, por citar algunos. Sin embargo, los indicadores que elaboran las agencias internacionales o institutos como el PNUMA o el World Resources Institute exponen que son muy relevantes en aspectos relacionados con el medioambiente y con los flujos de recursos siendo más laxos, en lo que atañe a otras variables y dimensión, especialmente la económica e institucional (González, 2007).

Su versatilidad le permite ser aplicado global o sectorialmente para una variable o un conjunto de ellas, a cualquier escala, en un momento dado o en un período predeterminado. Es fácilmente adaptable porque cada apartado de la fórmula puede ser ampliado en su contenido, añadiéndole mayor especificidad al tema, y esto es evidente, porque ha servido de base a otros modelos.

El PER fue concebido como un sistema de indicadores ambientales que trata de mostrar señales de alarma y de definición de límites dentro de un enfoque de causalidad y linealidad pero este trae sus desventajas porque debido a su lógica causal y lineal vectorial, no es posible establecer relaciones entre distintos indicadores, entre los de presión o entre los de respuesta; cada uno es válido por sí sólo y como tal debe ser abordado (González, 2007; Polanco, 2006). También, Gallopín citado por Castro (2002), alerta sobre la hipótesis de causalidad porque, según él, las interrelaciones hombre naturaleza son mucho más complejas y de difícil aislamiento que las derivadas de secuencias lineales.

Si bien es cierto que existe una gran cantidad de modelos para organizar y estudiar la información ambiental, es el modelo PER el más usado por ser el menos complejo porque no requiere gran cantidad de indicadores y esto permite visualizar mejor la relación causa – efecto entre las presiones, el estado y las respuestas de la sociedad para que los tomadores de decisiones cuenten con una buena herramienta para la gestión ambiental.



[Fig. 4]

Ejemplo de Indicadores propuestos para espacios naturales protegidos bajo el sistema PER. FUENTE: Tolón et al., 2008.

6.2.

MODELO DE FUERZA MOTRIZ-ESTADO-RESPUESTA (FER) O DRIVING FORCE STATE RESPONSE (DFSR)

Es un marco propuesto por el Departamento de Coordinación de Políticas y Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas que se basa en el modelo PER, y a diferencia de este, se extiende hasta las dimensiones no ambientales derivadas de las actividades humanas para incorporar las connotaciones sociales, económicas e institucionales del desarrollo sostenible (Castro, 2002).

Específicamente, mide las interacciones entre éstas y las del ambiente, y además organiza y presenta datos de distintas áreas, sectores y recursos. Otra diferencia está en que el FER llama a las Presiones como Fuerza Motriz, porque el primero tiene una connotación negativa, mientras que el segundo se puede interpretar como un cambio

negativo o positivo. En este punto es importante aclarar que la Fuerza Motriz debe ser especificada muy bien, porque una variable que se considere fuerza motriz, puede tener un impacto positivo en una dimensión y negativo en otra.

Polanco (2006), citando a Pino, describe las características de cada uno de estos indicadores:

- **Indicadores de Fuerza Motriz.** Representan las actividades humanas, procesos de consumo o producción y patrones, que impactan los objetivos de desarrollo sostenible.
- **Indicadores de Estado.** Son indicadores cuantitativos y cualitativos y se expresan en términos absolutos y de expectativas (González, 2007), y permiten evaluar la situación en un momento dado y en un lugar predeterminado, de manera cualitativa o cuantitativa.
- **Indicadores de Respuesta.** Alternativas políticas y otras respuestas sociales que dan cuenta de la disposición y efectividad de los actores

involucrados y las respuestas formuladas en la concreción de la sostenibilidad. Incluyen legislación, regulación, instrumentos económicos, programas de divulgación y otros mecanismos.

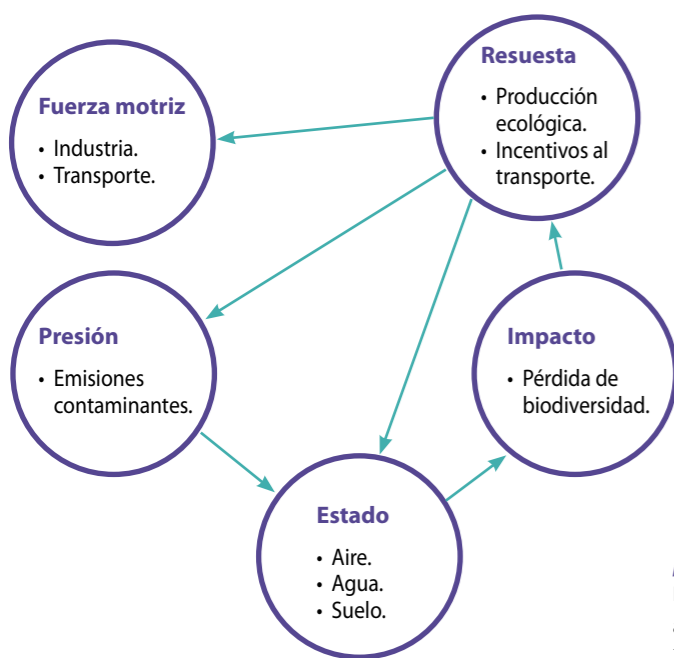
Este modelo presenta las mismas ventajas y desventajas que el modelo PER y además se le agrega la dificultad de incorporar las dimensiones social, económica e institucional del desarrollo sostenible en la medida en que aborda un enfoque causal y lineal para variables o dimensiones de la actividad del ser humano, que se encuentran en la práctica, fuertemente interrelacionadas de modo que, al trabajarlas separadamente, es fácil incurrir en errores de interpretación o de manipulación de información. Están muy extendidos internacionalmente porque permiten la comparación y se basan en la causalidad. Sin embargo, no aportan metas a la sostenibilidad y no facilitan información sobre funciones ecológicas y las estructuras de los ecosistemas, así como apenas informan sobre la saturación de las capacidades de carga, de la capacidad de erosión en la recuperación y resistencia (resiliencia) (González, 2007).

La mayoría de los investigadores han trabajado con los modelos PER y FER y en menor medida con nuevas aportaciones que están siendo analizadas y evaluadas en los foros en que se presentan.

6.3. MODELO FUERZAS MOTRICES-PRESIÓN-ESTADO-IMPACTO-RESPUESTA (FPEIR) O DPSIR

Este es un modelo basado en los dos anteriores. Fue adoptado a finales de los años 90 por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). Se diferencia de sus antecesores en que incorpora la variable *IMPACTO* dentro de la secuencia lineal de pensamiento lógico, asociado al estado en que se encuentra la variable que se está evaluando. El Impacto se considera como el intento de medir cuantitativamente y evaluar cualitativamente los cambios de estado detectados en las Fuerzas Motrices o tendencias ambientales relevantes. Se presume que esto debe establecer las prioridades con que se establecerán las respuestas.

Es un modelo sencillo para explicar las relaciones hombre-naturaleza y considera que las Fuerzas Motrices son responsables de las presiones que alteran el estado del ambiente. La intervención de la sociedad o Respuestas se hace para revertir el efecto en el estado adoptando decisiones que pueden actuar sobre los problemas (Estado), sobre sus causas directas (Presiones) o indirectas (tendencias sectoriales o fuerzas motrices). Estas medidas pueden ser, en cualquiera de estos niveles, de tipo corrector, mitigador o compensatorio [Fig. 5].



[Fig. 5] Esquema del Modelo FPEIR o DPSIR del AEMA aplicado al sector automotriz. FUENTE: tomado de Castro (2002).

Este marco de indicadores debe ser considerado como de conocimiento porque describe el problema de la política ambiental, específicamente, las relaciones entre desarrollo y ambiente y presenta problemas para aplicarlo a nivel local (Castro, 2002).

6.4. MODELO DE FLUJO-CALIDAD (MFC)

Es un modelo aplicable a las ciudades. Incorpora el enfoque ecosistémico de la Ecología Urbana a la elaboración de indicadores de sostenibilidad. Introduce la variable flujo para hacer referencia a los desplazamientos y la calidad como una manera de dimensionar el estado y la evolución del ambiente. Reconoce que los municipios son sistemas complejos que necesitan para su equilibrio constantes aportes de energía, materia e información que metabolizan y transforman procesos. Los tipos de indicadores de este modelo son:

- **De Modelo.** Describen procesos o fenómenos de incidencia multifactorial y están relacionados directamente con el modelo básico municipal (estructura urbana y uso del suelo).
- **De Flujo.** Tratan los ciclos de materia y energía desde el punto de vista de su producción, distribución, tratamiento y reutilización (Producción local de energías renovables).
- **De Calidad.** Se refieren a las condiciones finales de medio, el estado del medio y su evolución espacio temporal (Estado ecológico de los ríos).

6.5. MODELO PRESIÓN ESTADO IMPACTO/EFFECTO RESPUESTA (PE-ER)

Este modelo amplía a cinco las categorías de información y fue utilizado principalmente por la Agencia Europea del Medio Ambiente incorporando los impactos y efectos ocasionados a los ecosistemas y recursos naturales. Es más complejo por la necesidad de incorporar más parámetros. El empleo de Impactos y Efectos se hace con base a modelos que proveen evidencias o tendencias sobre las relaciones entre los problemas, causas y soluciones.

6.6. MODELO PRESIÓN ESTADO IMPACTO/EFFECTO RESPUESTA GESTIÓN (PEIERG)

Este modelo surge a partir del PER y fue elaborado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Amplía seis las categorías para indicadores:

- **Presión.** Causas de los problemas ambientales pueden ser directas e indirectas sobre el ambiente.
- **Estado.** Calidad del ambiente y los recursos naturales, resultado de las acciones antrópicas.
- **Impacto/Efecto.** Resultados de las actividades antrópicas sobre el ambiente que surgen a partir de las interrelaciones entre los humanos y la naturaleza.
- **Respuesta.** Acciones que toma la población sobre el ambiente.
- **Gestión.** Manejo de los instrumentos legales y económicos generados por la población.

Para Donnelly *et al.* (2006), estos conjuntos de indicadores no son excluyentes, de hecho existe una considerable superposición entre ellos y cada conjunto tiene ligeramente diferentes criterios asociados o puede cubrir un área geográfica diferente, como en todo el mundo (OCDE) o europeo (AEMA), sin embargo, todos los conjuntos se consideran necesarios. De hecho, los avances en la agenda ambiental han sido continuos en los últimos años y también han crecido cuantitativa y cualitativamente las metodologías para elaborar indicadores de desarrollo sostenible, a pesar de las múltiples dificultades en las definiciones y debilidades institucionales. Esta proliferación de propuestas sobre sistemas de indicadores que ha recibido un impulso notable a partir de la Conferencia de Río en 1992, se puede organizar bajo el criterio de su evolución histórica o de acuerdo a generaciones según González (2007):

- En los años 80 surgen los *indicadores de primera generación* de sostenibilidad ambiental, y se trata de indicadores de tipo parcial que estudian los fenómenos desde la perspectiva de un sector productivo o de una singularidad de una dimensión. Sus desventajas: rigidez, escasa potencia y abrumadora linealidad.

- Los *indicadores de segunda generación* que se ubican dentro del enfoque multidimensional del desarrollo sostenible. Complementan las dimensiones social, económica, ambiental e institucional. Su objetivo es lograr una síntesis y aportar medidas de progreso a partir de dichos índices. Sus desventajas: escaso carácter vinculante y sus reducidas sinergias. Difieren de medir y proponer índices que recogen la totalidad de los ámbitos y se puedan fundir en uno solo.
- Los *indicadores de tercera generación* que incorporan las dimensiones económica, social y ambiental de manera transversal y sistemática. No se trata de proponer un sistema o una agregación por medio de índices o de buscar una unidad común de referencia, siendo esta un número limitado de índices que sean vinculantes y que su incorporación supone la actualización de manera inmediata de señales de alerta y de seguimiento en todas las dimensiones y actividades desde su origen a destino. Este es el campo en el que se trabaja en la actualidad y por donde los investigadores tratan de encauzar sus esfuerzos.

— 7. TIPOS DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

Se ha señalado que los indicadores son modelos que permiten, a través de datos objetivos, el seguimiento y la transmisión de información sobre el comportamiento de la realidad y sobre su evolución y tendencias. En realidad nuestro sistema de información científica y de medios de comunicación está lleno de indicadores, sobre todo en el campo de la vida económica, que nos permiten realizar un seguimiento bastante detallado del estado de la cuestión en dicha materia.

No sucede así en cuestiones medioambientales, en la que el desarrollo conceptual y sobre todo los datos de base necesarios tienen una vida más corta y un alcance mucho más limitado. Lo que sí se ha reconocido es que estas nuevas aproximaciones son más complejas y añaden más reflexión a la evaluación del estado y dinámica de una sociedad, porque ponen en cuestión la eficacia y virtualidad de

algunos indicadores universalmente aceptados hasta ahora como la expresión única y sintética del estado socioeconómico de una sociedad, porque las reflexiones actuales enfatizan la idoneidad ambiental y eficacia social de los modelos productivos (Feria 2003).

Según Rennings y Wiggering (1997), las concepciones se pueden dividir en dos estrategias subyacentes: la estrategia económica y la estrategia ecológica.

1. LA ESTRATEGIA ECONÓMICA

Los economistas neoclásicos identifican el uso ineficiente de los recursos naturales como la principal razón de los problemas ambientales y sostienen que es posible asignar valores monetarios actualizados a los recursos naturales y a los servicios ambientales de la naturaleza, pudiendo estimar así el desgaste del capital natural en términos monetarios. La solución que propone esta corriente se conoce con el nombre de *indicadores monetarios de sustentabilidad* y se caracterizan porque esta corriente permite la sustitución del capital natural, por el capital hecho por los humanos, es decir, lo que importa en esta visión es que no disminuya el stock total de capital (Achark *et al.*, 2005).

Estos indicadores intentan evaluar que parte de los ingresos por la venta de productos y satisfacción de necesidades de un país o una región, pudiendo considerarse verdaderamente ingresos y que parte deben ser considerados como descapitalización o pérdida de patrimonio. Intentando aportar criterios para llegar a valorizaciones monetarias consensuadas tanto de la amortización de los recursos naturales como de los servicios ambientales. Las metodologías se basan en el análisis de teoría de bienestar y el análisis de costo beneficio (Arbeláez, 2006):

1. Los cálculos de costos de daños intentan cuantificar los efectos externos de la contaminación ambiental. Por ejemplo, el Indicador de Pearce y Atkinson, se enfoca en que una economía debería salvar más que la depreciación combinada entre el capital natural y el artificial. Este indicador debe complementarse con criterios de sostenibilidad fuerte, identificando elementos críticos del capital natural.

2. El concepto de Huetting de ingresos sostenibles supone que existe o debe existir un consenso social y que los recursos deben utilizarse de manera sostenible, de allí nacen las normas de sostenibilidad.
3. Los conceptos de *ambiente integrado* y *contabilidad económica* (PIB verde, PBI ecológicamente corregido) o índices multidimensionales socioeconómicos que establecen valorar las reservas de recursos no renovables, tasas de interés para sustituir capital natural por capital construido y factor de corrección para establecer nuevas tecnologías.
4. El Producto Nacional Neto Ajustado Ambientalmente, es el ingreso total de una economía en un año determinado, menos la depreciación del capital hecho por el hombre. Este indicador, es una buena medida del desarrollo sostenible, cuando: **a.** Todos los elementos del producto nacional neto están correctamente valorados en el estado económico actual; **b.** Cuando esta valoración también es acertada para previsiones futuras que releven la escasez en próximos periodos; **c.** Cuando es definida y calculada la depreciación del capital natural, de esta forma, una economía es sostenible si el producto nacional neto ajustado ambientalmente no cae.
5. Sistema de cuentas ambientales y económicas de las Naciones Unidas, que expresa: El sistema contable de cada país debe incluir las valoraciones de los daños ambientales, los servicios ambientales y los cambios en los acervos de capital natural. Sin embargo, muchos de los bienes ambientales como los de soporte de la vida, entre otros, no cuentan con mercado y son de difícil valoración indirecta y por tanto quedan excluidos en la contabilidad.
6. El *Ahorro Neto Ajustado*, propuesto por el Banco Mundial, se calcula partiendo de la contabilidad nacional estándar del ahorro nacional bruto, el Ingreso Nacional Bruto (ANB), menos el consumo público y privado. A este Ahorro Nacional Bruto se realizan varios ajustes.

Estos indicadores han recibido muchas críticas porque se alega que algunos daños al sistema ambiental son irreversibles, algunas alteraciones del sistema son inciertas, los daños al sistema ambiental son acumulativos, los conocimientos de las reservas de los recursos son inciertos, nada se sabe, o muy poco, sobre las futuras tecnologías, no es posible reducir la diversidad de unidades del sistema ambiental a una unidad común y las valorizaciones monetarias actuales o futuras son arbitrarias (Achkar *et al.*, 2005).

2. LA ESTRATEGIA ECOLÓGICA

Se basa en el enfoque de la sostenibilidad fuerte que se define como la capacidad de la economía para mantener el *capital natural crítico* o *capacidad de carga ecológica* requerida para que las actividades económicas no pongan en peligro las funciones de los ecosistemas, y debe medirse en límites físicos absolutos (Rennings y Wiggering, 1997). Para esta corriente la sostenibilidad se basa en la concepción del planeta como soporte de las actividades económicas y de las poblaciones, ecosistemas y procesos biofísicos además de ser el sumidero de residuos. Los indicadores monetarios de sustentabilidad, intentan evaluar que parte de los ingresos por la venta de productos y satisfacción de necesidades de un país o una región pueden considerarse verdaderamente ingresos y que parte deben ser considerados como descapitalización o pérdida de patrimonio. Intentando aportar criterios para llegar a valorizaciones monetarias consensuadas tanto de la amortización de los recursos naturales como de los servicios ambientales.

Aunque se han logrado progresos en el desarrollo de indicadores de sostenibilidad física, sin embargo, se han caracterizado como preliminares, rápidos y nada honestos (Verbruggen y Kuik citados por Harger y Meyer, 1996). Esta estrategia permite medir en unidades físicas o cargas críticas y cuantifican los umbrales de las funciones ecológicas críticas. Entre los más relevantes destacan:

1. **Ecocapacidad.** Son las capacidades limitadas de nuestro entorno para proveer los materiales y servicios y al mismo tiempo, absorber la contaminación y los residuos producidos, mante-

niendo en equilibrio los diferentes ecosistemas y conservando sus ciclos de regeneración

2. **Intensidad del material en productos y servicios.** Refleja la eficiencia ecológica de productos pero no puede dar información sobre los diferentes impactos ambientales resultantes de las actividades económicas.
3. **Indicadores de Presión Estado Respuesta.** Una variante de este enfoque es el proyecto de índices de presión desarrollado sobre la base de evaluaciones expertos.
4. **Indicadores AMOEBA.** Es una concepción operacional de la sostenibilidad fuerte basada en cargas críticas y niveles críticos.
5. **La Mochila Ecológica del Instituto Wuppertal.** Mide los insumos (*inputs*) usados en los distintos productos y servicios de la economía en relación con su vida útil. Se creó en los 90s en Alemania y se trata de la cantidad de materiales que se suma durante todo el ciclo de vida de un determinado producto.
6. **La Huella Ecológica de Wackernagel y Rees.** Es el área de territorio productivo o ecosistema acuático, necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población. La huella ecológica mide la "carga" impuesta por una población sobre la naturaleza en términos del área de tierra requerida para mantener la actividad económica, así que el común denominador es hectáreas de tierra ecológicamente productiva y no unidades monetarias.
7. **Índice de Planeta Vivo Living Planet Index (LPI).** Creado por el Fondo Mundial para la Vida Silvestre desde 1970 y tiene como objetivo medir el estado de la biodiversidad en el mundo

por medio de la estimación de las tendencias de las poblaciones de especies vertebradas que viven en los ecosistemas terrestres, de agua dulce y marinos.

8. **Espacio Ambiental (Spangenberg).** La cantidad de recursos naturales renovables y no renovables que podemos usar y los niveles de desperdicios y contaminación que podemos permitirnos, sin privar a las generaciones futuras de su derecho al mismo uso de los recursos naturales.
9. **Índice de Bienestar Económicamente Sostenible (IBES).** Diseñado originalmente por Daly y Coob (1989) y revisado por Coob (1994), establece en un solo valor, un indicador comprensivo sobre la sostenibilidad de los niveles de bienestar que la población de un país está experimentando a lo largo del tiempo. Integra ponderadamente variables económicas, distributivas, sociales y ambientales las que reciben valoraciones en una escala única, y ponderaciones que han sido trabajadas en base a los consensos establecidos estos dichos investigadores.
10. **El Índice de Sostenibilidad Ambiental (ISA).** Es un índice reciente elaborado por iniciativa del Global Leaders for Tomorrow Environmental Task Force del World Economic Forum, que combina 22 indicadores medioambientales que van desde la calidad del aire, reducción de desechos hasta la protección de bienes comunes internacionales. Los indicadores biofísicos de sustentabilidad también han recibido críticas porque no permiten comparar situaciones fácilmente, no son de aplicación universal, el principal objetivo es didáctico y no de investigación y la información para sus cálculos no está disponible.

8. CONCLUSIONES

El tema de los indicadores medioambientales y de sostenibilidad va aparejado con el auge que ha tenido el tema ambiental en los últimos años. Esto se desprende de las innumerables iniciativas que han surgido en el mundo para medir el estado y avance de los cambios ambientales como producto de la actividad humana.

Gran parte de las aportaciones que se han elaborado en esta temática se pueden ubicar dentro de la utilidad o funciones que tienen estas medidas para cuantificar, monitorear y retroalimentar los avances dentro del proceso de elaboración de las políticas, planes y programas. Esto porque los indicadores se han convertido en la herramienta más idónea para dar cuenta de la complejidad de los sistemas, diagnostican los programas de acción, examinan resultados de etapas anteriores y permiten la evaluación.

Los indicadores medioambientales surgen por la necesidad de información para afrontar a los problemas que se han planteado a nivel mundial, a los cuales ni los indicadores económicos, ni los sociales, habían dado respuesta. Se consideran como un antecedente válido de los indicadores de sostenibilidad, por lo tanto no se pueden confundir. Los indicadores de sostenibilidad cubren una temática más amplia porque permiten la transversalidad en la medida en que relacionan y tratan de conciliar el desarrollo económico con la mejora del bienestar de los ciudadanos y la protección de los recursos medioambientales al incorporar las dimensiones social, económica e institucional y pueden estudiar la sostenibilidad física y la integral, dependiendo del enfoque que se utilice.

Si bien el debate sobre desarrollo sostenible ha crecido en las últimas décadas en términos de cantidad y calidad, el aparente consenso que se ha logrado a nivel teórico conceptual no soslaya la problemática que subyace cuando se expresa la necesidad de llevar la teoría a la práctica. La polémica teórica del desarrollo sostenible se ha

capitalizado dos vertientes muy diferentes: sostenibilidad débil y sostenibilidad fuerte. Dentro de estos enfoques se han desarrollado indicadores e índices, pero ambos grupos tienen sus defensores y detractores.

Para construir un sistema de indicadores, lo más importante es considerar los objetivos, las variables a afectar, los problemas ambientales que se pueden generar y que los indicadores que existen sean pertinentes a los objetivos. Esto contribuirá a disminuir la carga subjetiva tanto para la definición como para la validación porque requieren al consenso de los científicos e implican a la colectividad por medio de la participación. Este proceso también se asocia con juicios subjetivos por eso se recomienda elegir muy bien el sistema de ponderación y agregación para el índice o indicador compuesto.

Se ha desarrollado una cantidad significativa de marcos ordenadores de indicadores, pero el que tiene mayor relevancia y ha contado con más seguidores es el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER). A partir de este se han creado otros modelos que permiten la comparación y la causalidad, y contrario a lo que pueda pensarse, no son modelos excluyentes sino que se superponen y todos son necesarios.

La información a ser utilizada para evaluar los avances o retrocesos hacia la sostenibilidad del desarrollo de los países no es perfecta, debido entre otros argumentos, a las características del propio concepto y a las dificultades dadas por las muchas veces deficiente calidad de información que en el ámbito de las ciencias sociales y ambientales imposibilitan la medición precisa de conceptos, a veces ambiguos o sometidos a la subjetividad del analista, como puede ser el de desarrollo sostenible, un concepto que es complejo, intersectorial y multidimensional. Por ello, resulta obvia la dificultad de proponer una sola solución.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHKAR, M., V. CANTON, R. CAYSSIALS, A. DOMÍNGUEZ, G. FERNÁNDEZ y F. PESCE. 2005. *Indicadores de sustentabilidad*. Comisión Sectorial de Educación Permanente. DIRAC. Montevideo, Uruguay. 104 p.
- AGUIRRE M. 2001. Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la información e integración del medio ambiente. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente. Caracas, Venezuela. 1.231-1.256.
- ARBELÁEZ, F. 2006. Desarrollo Sostenible y sus indicadores. En línea: [http:// bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/ libros/ colombia/cidse/Doc93.pdf](http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/colombia/cidse/Doc93.pdf) [Consultado: 15/09/2012].
- CASTRO M. 2002. *Indicadores de Desarrollo Sostenible. Una aplicación para Andalucía*. Departamento de Economía aplicada, estadística y Econometría. Universidad de Málaga. Málaga, España. 540 p.
- DONNELLY, A., M.B. JONES, T. O'MAHONY y G. BYRNE. 2006. Selecting Environmental Indicator For Use in Strategic environmental Assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 27:161-175.
- FERIA J. 2003. *Indicadores de Sostenibilidad: Un Instrumento para la Gestión Urbana en la ciudad. Nuevos procesos, nuevas respuestas*. Universidad de León. León, España. 259 p.
- GONZÁLEZ F. 2007. Los indicadores como herramienta de evaluación. *Revista Ekonomiaz* 64 (1): 301-329.
- HARGER, J. y F. MEYER. 1996. Definition of indicators for environmental. *Review Chemosphere* 33 (9): 1.749-1.775.
- HERNÁNDEZ A. 2009. Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana. *Revista INVI* 65 (24): 79-111.
- KUMAR, R. H. MURTY, K. GUPTA y A. DIKSHIT. 2009. An Overview Of Sustainability Assessment Methodologies. *Review Ecological Indicators* 189-212.
- MANTEIGA, L. 2000. Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas. Instituto de Estadística de Andalucía. *Revista Estadística y Medio Ambiente* 75-87.
- MARÍN, R. 2006. Monitoreo y evaluación desarrollo de indicadores. En línea: http://www.mds.gov.br/backup/servicos/pss-2008/marin_monitoreo_y_evaluacion.pdf [Consultado: 18/10/2012].
- OWEN DE CONTRERAS, M., V. CLOQUELL, V.A. CLOQUELL y W. CONTRERAS. 2006. *El desempeño medioambiental en la industria de puertas y ventanas de madera y productos forestales*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 205 p.
- POLANCO, C. 2006. Indicadores ambientales y modelos internacionales para toma de decisiones. *Revista Gestión y Ambiente* 9 (2): 27-41.
- PNUMA. 2003. *Indicadores ambientales. Problemas y desafíos a nivel nacional*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. XIV Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá. 291 p.
- RENNINGS, K. y H. WIGGERING. 1997. Steps Towards Indicators of Sustainable Development: Linking Economic and Ecological Concepts. *Review Ecological Economics* 20: 25-36.
- SCHUSHNY, A., y H. SOTO. 2009. *Guía metodológica: Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Organización de las Naciones Unidas Santiago de Chile, Chile. 384 p.
- TOLÓN, A., X., LASTRA y M. RAMÍREZ. 2008. *Sostenibilidad e Indicadores*. Área temática de espacios naturales protegidos. Construcción de un subsistema de indicadores para el seguimiento de la sostenibilidad de los procesos de desarrollo en espacios rurales. Libro de Resúmenes del II Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos. Almería, España. 159 p.

