

ENSAYO

INDICADORES AMBIENTALES: LA EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Carlos Mallén Rivera¹

RESUMEN

Clarificar el objetivo del manejo sustentable obliga a la consideración de las opiniones interesadas a través de un proceso político, al involucrar la valoración de diversos beneficios y costos. Cuando las condiciones demográficas, económicas y sociales cambian con el tiempo, también varía la apreciación de las diferentes ventajas obtenidas de los recursos naturales. Por eso, el uso que de ellos se haga debe orientar la planeación estratégica y operativa del medio. Los indicadores ambientales facilitan la definición del concepto de sustentabilidad y ayudan en la determinación del intervalo de valores a considerar, así como de los procedimientos para evaluar el manejo; al relacionarse con un elemento clave de sustentabilidad, se constituyen como herramientas para la evaluación y seguimiento de las tendencias. Su propósito es promover prácticas mejoradas de operación; además del desarrollo de técnicas más productivas de aprovechamiento y con mayor capacidad para satisfacer necesidades ecológicas, sociales y culturales, de acuerdo al marco institucional, a las políticas nacionales y a los apoyos financieros. En una escala mundial han trascendido iniciativas internacionales que validan procedimientos que se replican de una región a otra, proceso fundamental para diferentes ámbitos socioeconómicos y ecológicos de algunos países como México; a partir de ello se formulan normas nacionales de monitoreo de la sustentabilidad relacionadas con el conocimiento de la dinámica humana que se ejerce sobre el entorno natural.

Palabras clave: Criterios, evaluación, indicadores ambientales, manejo, recursos naturales, sustentabilidad.

Fecha de recepción: 02 de octubre de 2006.

Fecha de aceptación: 15 de octubre de 2008.

¹ Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF), INIFAP. Correo-e: mallen.carlos@inifap.gob.mx

ABSTRACT

To clarify the purpose of environmental sustainable management makes it mandatory to consider those concerned opinions through a political process, when the assessment of several benefits and costs are involved. When the demographic, economic and social conditions change, also does the assessment of the different benefits that natural resources provide. Thus, its management must guide the strategic and operational planning of the environment. Environmental indicators favour the definition of the concept of sustainability and help to determine the range of values as well as the procedure to evaluate management. Each indicator relates to a key element of sustainability, thus becoming a tool for assessment and monitoring of tendencies. As a whole, their aim is to promote improved management practices and the development of more productive resources with a broader ability to attend diverse demands (environmental, social and cultural) according to national policies, financial support and the institutional framework. As they are so important, several international initiatives have been proclaimed that validate procedures there being adopted in other countries, like Mexico, as a basic process for different social, economic and ecological environments; from this starting point, local sustainability monitoring regulations related to the human dynamics that affect the natural surroundings have been established.

Key words: Criteria, assessment, environmental indicators, management, natural resources, sustainability.

INTRODUCCIÓN

Estrechar el vínculo entre población y su entorno demanda superar métodos tradicionales de tipo cuantitativo y cualitativo, para lo cual se debe recurrir a esfuerzos interpretativos que permitan esclarecer la intrincada red de mecanismos que promueven la sustentabilidad, tanto a escala política como social y cultural, con el fin de jerarquizar los problemas ambientales y definir sus implicaciones y consecuentes alternativas de solución (Izazola, 1999). Así, detalles en la gestión del medio pasarían inadvertidos en investigaciones que trataran, en general, de dar cuenta de la dimensión subjetiva y, en particular, de las percepciones del entorno a través de enfoques convencionales.

Por ello, se plantean diversas y novedosas incógnitas metodológicas sobre el diseño de cuestionarios no sesgados e integrales o bien planteamientos respecto a la diversidad intrínseca de las entidades objeto de estudio; pero sobre todo, su relación con la propia diversidad natural. Dicha complejidad ha sido abordada desde diferentes perspectivas.

- El ambiente natural. Referido a los componentes bióticos y abióticos que rodean al hombre.

- El ambiente físico. Comprende la infraestructura natural (agua, aire, suelo, clima, plantas y animales), y la construida (ciudad, campo, ambiente de trabajo, higiene), que determinan la calidad de vida.
- El ambiente social. Enfatiza la calidad y tipo de relaciones personales, como el trabajo, la educación, la cultura; además de su accesibilidad.
- El ambiente socio-natural. Vincula humanidad-naturaleza y surge por el reconocimiento del daño ocasionado al medio sobre todo en las últimas décadas. Parte de suponer que el hombre ha llegado a los diversos ecosistemas para apropiarse de los recursos.
- El ambiente global. De acuerdo con esta concepción, el mundo y su preservación es responsabilidad humana; sin embargo, rara vez se toman en cuenta las causas (dominación y explotación de los recursos naturales) del deterioro ambiental.
- El ambiente cercano. Destaca la participación del individuo para influir en su entorno (Mallén, 2005).

Un aspecto principal dentro de la sustentabilidad es la definición de indicadores que permitan la caracterización del estado de los recursos, la población, la economía y el territorio donde tienen su expresión última, lo que se logra a través de la identificación de los elementos esenciales. del conjunto de condiciones o procesos mediante los cuales es posible evaluarlos. Los indicadores, a su vez, describen y cuantifican a los criterios por medio de tasas, cocientes e índices (Proceso de Montreal, 1995).

Los indicadores revelan condiciones y tendencias útiles en la toma de decisiones para la planeación territorial; de ahí su importancia en el marco de acuerdos regionales y mundiales, como los establecidos en el Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable, conocido como la Agenda 21. Su aplicación facilita el desarrollo e integración de mejores colecciones de datos ecológicos, económicos y sociales; así como, la elaboración de informes periódicos sobre condiciones y tendencias, con énfasis en los aspectos antes enunciados (Palacio – Prieto *et al.*, 2004).

Múltiples instituciones y equipos científicos han propuesto indicadores de este tipo con alcance mundial, regional, nacional y local. Al respecto, son aportes relevantes el Forest Resources Assessment (FAO, 2001); el Consejo Canadiense de Ministros de Bosques (CCFM, 1997); el Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR, 1999); los indicadores del desarrollo sustentable ONU (UNO, 2000), OECD (2001) y USDA (2002), por citar algunos ejemplos. Destacan en el ámbito global los procesos de Helsinki, que tiene sus raíces en la primera Conferencia Ministerial para la protección de los bosques de Europa, celebrada en

la ciudad de Estrasburgo (1990), el de Montreal grupo de trabajo sobre criterios e indicadores aceptados internacionalmente para la conservación y el manejo sustentable de los bosques templados y boreales, creado en Ginebra, Suiza (junio de 1994), el cual representa una de las principales metodologías encaminadas a la evaluación de la sustentabilidad de las áreas forestales y es el formato base al que se ajustan los países participantes que comparten el hecho de poseer 90% de los bosques templados y boreales del planeta

Recientemente en México CESPEDS (2001), Massera *et al.* (1999, CONAPO (2000, 2001), INEGI-INE (2000) y los gobiernos de los estados de Jalisco (2001) y Querétaro (2002), han desarrollado indicadores orientados a la descripción de las condiciones naturales y socioeconómicas de su territorio y sus recursos.

Los cambios en los valores de los indicadores revelan si un predio determinado o aún el país se acerca o aleja de la sustentabilidad. Su significado va más allá de la estadística misma, al proveer información que constituye una medida de la efectividad de las políticas, lo que se conoce como "desempeño ambiental".

Los indicadores se presentan en forma de cuadros o gráficos y se complementan con textos y mapas. Su formulación se ha dirigido principalmente hacia la consecución de tres objetivos para alcanzar el desarrollo sustentable: 1) Proteger la salud humana y el bienestar general de la población; 2) Garantizar el aprovechamiento persistente de los recursos y 3) conservar la integridad de los ecosistemas.

Este proceso significa la consolidación de una herramienta fundamental para mejorar la base de la información ambiental de un lugar en particular; para promover la percepción pública sobre los problemas, evaluar condiciones y tendencias ambientales a escalas regional, nacional o global; favorecer la integración de los factores ambientales en las políticas económicas; cumplir con los compromisos internacionales, o bien para realizar análisis comparativos entre países y regiones. Los indicadores se interpretan como un sistema de señales que evalúa el progreso de países, regiones, estados, localidades e incluso organizaciones, predios y empresas en términos de sustentabilidad. Son herramientas concretas que apoyan el diseño y evaluación de la política pública y la organización privada, fortaleciendo decisiones informadas; así como la participación ciudadana.

Sin embargo, al constituir todavía un tema emergente en el mundo, algunos países tienen mayores avances, pues mientras unos definen sus indicadores, otros se afanan desde el enfoque de la sustentabilidad, vinculando las dimensiones económica, social, ecológica e institucional; en esta situación está México.

Complejidad de la evaluación

Los patrones actuales de uso enfrentan a la sociedad junto con sus sistemas económicos y políticos a una disminución de la capacidad de los ecosistemas para producir su amplio espectro de bienes y servicios, desde agua limpia hasta un clima estable; madera o hábitats para la vida silvestre. Hecho que obliga a reorientar la concepción misma de esas entidades hacia la adopción de decisiones sobre el uso del suelo y los recursos en términos de cómo afecta su potencial para mantener tanto el bienestar humano, como la salud y la productividad de plantas, animales y, en general de los sistemas naturales.

Conservar dicha capacidad es la clave para el desarrollo humano, representa la posibilidad para superar la pobreza, salvaguardar la biodiversidad y enfilar hacia un futuro sustentable, el cual es de difícil predicción en la geopolítica actual.

La reducción de la productividad de los ecosistemas conlleva costos humanos devastadores. Los estratos rurales de menor ingreso son los primeros y más directamente afectados, en la medida en que dependen de ellos para su subsistencia y la obtención de ingresos. Al mismo tiempo, son los que menos control ejercen sobre los usos que se les confiere a esos ecosistemas o sobre quién recibe los beneficios generados. En muchas áreas, la disminución de la producción agrícola, del suministro de agua dulce, del rendimiento de la madera y de la pesca tiene repercusión significativa para las economías locales. Si permanece este patrón de deterioro, la pérdida de ambientes saludables actuará como freno, no sólo de las economías locales, sino también del desarrollo nacional y mundial (Cuadro 1).

El desafío de evaluar la condición o salud general de un ecosistema es enorme. Los indicadores disponibles proporcionan apenas una descripción parcial del panorama. Algunos de ellos son el crecimiento demográfico, el aumento en el consumo de recursos, la contaminación y el aprovechamiento excesivo; la extensión de los ecosistemas, su tamaño, ubicación, distribución; además de, la generación y valor total de los diversos bienes económicos que originan.

La información sobre la producción en los distintos ecosistemas proporciona una idea incompleta de cómo funcionan porque, regularmente, no se compila ese tipo de datos para servicios básicos no comercializables como la purificación del agua o la protección ante la acción de tormentas, pese a que en ocasiones éstos son los más valiosos. Más aún, ninguno de los indicadores tradicionales arroja datos referentes a la capacidad del ecosistema para continuar proporcionando esos bienes y servicios que ayudan a sostener la vida. Además deben probar el estatus de los factores físicos y su estado biológico, por ejemplo: la fertilidad del suelo. Por lo general sólo existen referencias para juzgar la capacidad de un ecosistema para determinadas áreas o especies; y aun cuando se dispone de información, las complejas interacciones entre sus elementos y la manera como la afectan son confusas. Tales indicadores representan la frontera de la evaluación de ecosistemas y uno de sus aspectos más problemáticos.

Cuadro 1. Principales bienes y servicios suministrados por los ecosistemas forestales así como presiones inducidas por los humanos.

Ecosistemas forestales		
Bienes: madera, leña, agua para beber y de riego, forraje; productos no maderables (fibras, lianas bambúes, palma, miel, hongos, frutas, hojas, flores, carne de caza, etc.), recursos genéticos		
Servicios:	Presiones:	Causas:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminación de contaminantes atmosféricos; emiten oxígeno ▪ Ciclo de nutrimentos ▪ Mantenimiento de las funciones de la cuenca (filtración, purificación, control de flujo, estabilización del suelo). ▪ Mantenimiento de la biodiversidad ▪ Fijación del carbono de la atmósfera ▪ Moderación de rigurosidades e impactos ambientales ▪ Generación de suelo ▪ Proporcionan empleo ▪ Suministran hábitats para humanos y fauna silvestre ▪ Aportan disfrute estético y oportunidades de entretenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conversión y fragmentación como resultado de usos agrícolas e industriales ▪ Deforestación y pérdida consecuente de biodiversidad, liberación del carbono fijado y contaminación del aire y agua ▪ Lluvia ácida por la contaminación industrial ▪ Invasión de especies no nativas ▪ Extracción excesiva de agua para usos agrícolas, urbanos e industriales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de la población ▪ Creciente demanda de madera, pulpa, y otras fibras ▪ Subvenciones gubernamentales para la extracción de madera y construcción de carreteras para el transporte de las trozas ▪ Valoración inadecuada de los costes de la contaminación industrial del aire ▪ Pobreza y tenencia precaria de la tierra

Fuente: Mallén, 2005.

Origen de los conceptos

La historia humana es la crónica de las relaciones que el hombre establece con su ambiente, superando el paradigma de que él es reflejo de su medio en el sentido biológico; se plantea, entonces, la dificultad de acotar el concepto "medio ambiente". De manera amplia, Monod (Boada, 2003) lo definió como aquel que describe a toda la sociedad: instituciones, cultura, naturaleza, hábitat, ciudad, economía y técnica. Para la UNESCO es un sistema multidimensional de relaciones complejas en estado continuo de cambio (Carrizo *et al.*, 2004).

La teoría de los sistemas vivos utiliza el término medio ambiente como el más apropiado para el estudio de la ecología. Tiene sus raíces en diferentes campos científicos de la biología, psicología *gestalt*, teoría del sistema general y la cibernética. La teoría de sistemas enseña que aunque se distinguen partes en cualquier sistema vivo, la naturaleza del todo es distinta a la suma de las partes, porque comparten una serie de propiedades y principios de organización (interacciones e interdependencias) que los convierten en estructuras específicas. Dicha teoría parte de la paradoja de que la búsqueda de lo elemental, no da respuesta a los enigmas de la organización compleja y altamente integradora de los sistemas vivos; el nivel molecular no recapitula toda la lógica de la vida. Por lo tanto es preciso un nuevo lenguaje, el cual surgió durante el último cuarto del siglo XX, bajo denominaciones como teorías de los sistemas dinámicos y de la complejidad; así como, las dinámicas no lineales y de redes; comprende conceptos clave presentados en intentos integradores por autores como Capra (1998) bajo un único contexto que abarca de las estructuras disipativas de Prigogine; a la teoría de las redes autopoéticas de Fleischaker y Varela, la ciencia cognitiva y sus aplicaciones, los objetos fractales y las matemáticas de la teoría de la complejidad; la teoría Gaia de Lynn Margulis y la teoría del caos.

Algunas de las características de la sociedad contemporánea son el progreso sin precedentes alcanzado en la calidad de vida; pero que ha implicado el detrimento de la hidrósfera, la biósfera y la estratósfera, traducido en un intenso deterioro y un desgaste como nunca antes visto. En el momento actual también se plantea el análisis desde una perspectiva de cambio global, tanto del problema mismo como de las propuestas estratégicas de desarrollo (Cuadro 2).

Origen de la reflexión sobre la crisis ambiental.- Se considera que el punto de inflexión histórica en relación con el cambio global arranca conceptualmente con la obra *Silent Spring* (1999) de Rachel Carson escrita en 1960, pues representa la primera llamada de atención que cuestiona el modelo de desarrollo del capitalismo norteamericano, que de manera vertiginosa crea nuevas situaciones, impulsado por una sociedad cada día más demandante, ambiciosa y numerosa, atropella el deliberado ritmo de la naturaleza, con los consecuentes efectos en la salud y el ambiente.

Cuadro 2. Momentos relevantes para el desarrollo de indicadores ambientales.

1987	Inicia el desarrollo de conceptos y métodos sobre indicadores ambientales en Canadá y Holanda.
1989	Cumbre Económica del Grupo de los 7 donde, por sugerencia de Canadá, se solicitó a la OCDE el desarrollo de indicadores ambientales.
1991	La OCDE publica su conjunto preliminar de indicadores ambientales. Conjunto de indicadores realizada por el gobierno holandés.
1992	Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo, en cuya declaración se promueve el desarrollo de indicadores.
1993	La División de Estadística de las Naciones Unidas y el PNUMA convocaron a una Reunión Consultiva de Expertos en Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad, para discutir los avances en la materia logrados por diferentes organismos. Publicación en Canadá de un conjunto completo de indicadores, primero de una serie periódica.
1994	La OCDE presenta su conjunto central (<i>core set</i>) de indicadores. Conferencia sobre Ciudades Sustentables Europeas, que marcó un paso importante para el desarrollo de conceptos y tareas relativo a indicadores de sustentabilidad.

Informe sobre los límites de crecimiento.- Derivado del impacto de la obra de Carson (1999), El Club de Roma compuesto por un grupo de científicos e industriales, encargó el informe sobre los límites del crecimiento (Meadows *et al.*, 1972); en él se expone que el modelo de crecimiento de la sociedad implica una esperanza de vida de alrededor de 100 años. Dicho pronunciamiento favoreció la ampliación del Manifiesto para la Supervivencia (Goldsmith, 1972), que anuncia el origen de un movimiento social que ha de conducir a una convivencia armónica entre la especie humana y el resto de la naturaleza.

Educación para comprender el mundo.- La preocupación surgida de estos resultados hizo que la ONU convocara a la primera Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente – Estocolmo, 1972. Allí se asumió la responsabilidad de los riesgos ambientales globales por parte de los gobiernos y la sociedad proponiendo su solución a partir de una estrategia de educar para comprender el mundo, cuya base es que la educación capacitará al individuo para comprenderse a sí mismo,

a los demás y a su entorno, con la perspectiva de conducirlo hacia la realización de sus potencialidades. Ello supone, por una parte, un proceso de adaptación al ambiente natural y social; además de, un aprendizaje para superar las deficiencias de ambos.

Primera propuesta para un desarrollo sostenible.- Como respuesta a una resolución del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en conjunto con la World Wildlife Fund (WWF), en 1980, solicitaron a la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) la Estrategia Mundial para la Conservación que proporcionara tanto un marco intelectual, como una guía práctica para las tareas que fuese necesario emprender para la preservación del ambiente. Se postula que ésta y el desarrollo son equivalentes en importancia para la supervivencia y para el cumplimiento de la responsabilidad de ser depositarios de los recursos naturales. La Estrategia considera que ante la expansión económica, la sociedad deberá enfrentar la limitación de los recursos y de la capacidad de los ecosistemas; así como, las necesidades de mantener la capacidad de la Tierra para sostener la vida.

Nuestro futuro común. El Informe Brundtland.- La Asamblea General de las Naciones Unidas fundó en 1983 la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo, que en 1987 presentó su informe final; se trata de un documento básico que refleja la opinión de 21 políticos, científicos y ecologistas prominentes respecto a los peligros a los cuales se enfrenta el planeta y propone los pasos que se deben dar para asegurar la continuidad del progreso humano. Fundamenta el escenario conceptual de la expresión de "desarrollo sostenible". Para sus autores, se trata de un instrumento potencialmente poderoso en las manos de todos los grupos de ciudadanos, instituciones y naciones, que exhorta a la sociedad a comunicar y educar, para dar paso a un debate constructivo que incluya la opinión pública, los gobiernos y a todos los sectores que determinan la política y les haga entender que el desarrollo sostenible es el objetivo primordial.

Los contenidos más notables que plantea son:

- La destrucción de la biósfera, la degradación ambiental, las presiones demográficas, el agotamiento de los recursos y su consecuente desaparición de especies amenazan la salud humana y la de los ecosistemas. Los modelos insostenibles de producción y consumo, sobre todo en los países industrializados, son el principio de muchos problemas y limitan de manera considerable las opciones de las generaciones futuras a consecuencia de la reducción de la base de recursos.
- El reto del desarrollo sustentable depende de la garantía de la sustentabilidad de la biosfera y de sus ecosistemas, a lo que debe agregarse la participación

directa de los gobiernos en cooperación con las organizaciones no gubernamentales. Dado que la sustentabilidad en el contexto nacional no se puede alcanzar solo por la acción de los sectores económicos, en el ámbito regional, es necesaria la coordinación y cooperación internacional. Se deben definir objetivos comunes y medidas concretas. Las políticas tienen que basarse en el principio de precaución. Las medidas deben anticipar, prevenir y atacar las causas de la degradación ambiental.

- Los problemas ambientales requieren una aplicación amplia y sistemática de los conocimientos científicos; sobre todo, hacen falta análisis que ayuden a identificar opciones de políticas a más largo plazo. Por lo tanto, dichas actividades han de reforzarse en el nivel nacional e internacional.
- La consecución del desarrollo sustentable en todas las esferas, requiere cambios importantes en los valores humanos hacia el medio ambiente y en las pautas de comportamiento y consumo; así como, del establecimiento de las instituciones y los procesos democráticos necesarios (Bruntland, 1987).

Cuidemos la Tierra. Segunda Estrategia Mundial para la Conservación, 1990.- Incorpora el llamado Informe Bruntland. Propuso mejorar las condiciones de vida de los seres humanos y para ello define dos requisitos: 1) Conseguir un compromiso que se extienda y asuma una nueva ética, la de vivir en forma sostenible. 2) Integrar la conservación en el desarrollo a fin de mantener las prácticas productivas dentro de la capacidad de la Tierra y, el hacer que toda persona en cualquier lugar disfrute de una vida larga, saludable y satisfactoria.

La Cumbre de Río. El gran concilio ambiental.- Todos los procesos, acuerdos y encuentros desembocan en la aceptación de que las desigualdades crecientes, el hambre, la pobreza, las enfermedades y la falta de equidad; además de, las consecuencias ecológicas de la destrucción de la capa de ozono, el cambio climático, la degradación, la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la contaminación del aire, el agua y los suelos amenazan el futuro común y sostenible de la humanidad. La urgencia que supone la atención de estos asuntos motivó a la celebración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro en 1992; acontecimiento que constituyó un hito en la toma de conciencia pública ambiental y significó una apuesta por una nueva forma de contemplar el futuro, inseparablemente ligado a la suerte de los ecosistemas de la Tierra.

El evento permitió destacar la magnitud de los problemas; el resultado es distinto en cuanto a los contenidos y los acuerdos, mismos que fueron muy notables. En el preámbulo de la declaración de Río se reafirma la anterior manifestación de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972) y de manera particular se presentó la Agenda 21, un plan de acción que

abarca temas económicos, sociales y culturales; de protección al ambiente, mediante estrategias y medidas integradas para frenar y revertir los efectos de la degradación ambiental y promover un desarrollo esencialmente sano y sostenible en todos los países, incorporando a las administraciones y a otros agentes sociales de carácter local.

La sustentabilidad, una cuestión de definiciones.- El concepto "sustentabilidad" ha conquistado un espacio sin precedentes, pues pocas expresiones en un periodo tan corto, han tenido tanto éxito. La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (World Commission on Environment and Development, WCED) define el "desarrollo sostenible" como el que "satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las próximas generaciones para satisfacer las suyas propias". En la Declaración del Milenio de la ONU, entre sus ocho objetivos resalta el de Garantizar la Sostenibilidad del Medio Ambiente, en el sentido de "revertir la pérdida de recursos del medio ambiente".

El término ha sido criticado por su ambigüedad y porque se abre a una amplia gama de interpretaciones, muchas de las cuales son contradictorias entre sí. La confusión proviene del hecho de que en Iberoamérica es más común la expresión "desarrollo sustentable", que las de "desarrollo sostenible", "crecimiento sostenible" y "uso sostenible", lo que incluso ha generado nuevas acepciones, de manera intercambiable, como si sus significados fueran equivalentes y no lo son. "Crecimiento sostenible" es una contradicción: nada físico puede crecer indefinidamente, "uso sostenible" es aplicable solamente a los recursos naturales ya que significa que se usan en proporciones que mantengan su capacidad de renovación. "Desarrollo sostenible" es utilizado en el sentido de mejorar la calidad de vida de los humanos dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas. El desarrollo, de suyo, es sostenible y conlleva a una "economía sostenible" que se caracteriza por mantener la base de recursos naturales y continuar adaptándose y mejorando la organización, la eficiencia técnica y el buen juicio.

El camino hacia la sostenibilidad parte de un desarrollo que cumpla con las siguientes condicionantes, desde el punto de vista económico debe ser; materialmente suficiente; en la perspectiva ambiental, ecológicamente perdurable y en el aspecto social, equitativo (Onaindia, 2004).

Estado del arte de los indicadores ambientales

El concepto de indicador proviene del verbo latino *indicare*, que significa revelar, señalar; término que en el contexto sustentable, se concreta en un conjunto de parámetros especialmente diseñados para obtener información específica, según objetivos predeterminados en algún sentido prioritarios para la relación sociedad-entorno. Tres son las propiedades que determinan las características de los indicadores en conjunto: son una creación intelectual cuya precisión depende del

contexto en el cual es formulada; su complejidad, derivada de los grandes horizontes de incertidumbre implícitos en cada uno de ellos y en su relación con otros; y finalmente es la creciente sensibilización por parte de las fuentes que los formulan por cambiar el enfoque tradicional, dominante, sectorial, por una visión más holística, integral; totalizadora al vincular diferentes especialidades, para así tener una aproximación más certera de la realidad actual (Mallén, 2005).

Se reconocen varios modelos de razonamiento para abordar el tema de la formulación de indicadores. La línea de pensamiento predominante es la sectorial con una lógica vectorial (origen, dirección, destino), que limita el resultado a un diagnóstico puntual, sin establecer relaciones intersectoriales y obstaculiza su aplicación en políticas preventivas. Corresponde al modelo PER (Presión-Estado-Respuesta), elaborado por la Organización para el Comercio y Desarrollo Económico (OECD, 1994), extendido al sector ambiental con mayor o menor detalle y con alguna dimensión adicional debido a la creciente demanda de indicadores sintéticos, funcionales y que colaboren con las propuestas ambientalistas de ejecutar políticas y programas preventivos. Sin embargo, dicha línea es incipiente y aún exploratoria.

En las instituciones los indicadores son una alternativa; aunque no todos los programas de un mismo estilo cuentan con una batería de ellos, pues un tema puede o no abordarse mediante un conjunto de indicadores. No obstante, en la actualidad coexisten numerosos grupos que los usan, de especial diseño e incluso se traslapan entre sí.

Los indicadores ambientales se consideran una contribución de la época actual a la demanda creciente por disponer de información confiable, continua y comparable para conocer el estado de la relación entre la sociedad y su entorno natural. Han aportado datos de algunas variables que integran las tres dimensiones que constituyen el desarrollo sostenible, pero todavía están alejados de lograr el objetivo original, que es contribuir a evaluar y efectuar un seguimiento de la sostenibilidad. Es preciso buscar nuevas formas de manejar la información, reconocer las relaciones funcionales significativas y estructurales que permitan obtener un acercamiento verdadero a la realidad, por definición, compleja, multidimensional y a diferentes escalas.

Sólo mediante un diálogo multidisciplinario se reconocerán aspectos significativos que favorezcan el diseño de indicadores integrales, con aproximaciones sistémicas y una perspectiva holística para evaluar, efectivamente, los esfuerzos desplegados en el camino hacia la sostenibilidad, darles seguimiento, establecer líneas de acción prioritarias y postular los ajustes permanentes que se necesita un proceso con los grandes niveles de incertidumbre como los que registra este comienzo de un nuevo milenio

El Esquema Presión-Estado-Respuesta (PER).

El esquema conceptual Presión-Estado-Respuesta (PER), diseñado originalmente por Statistics Canada en 1979, fue retomado y adaptado por la organización de las Naciones Unidas para elaborar algunos manuales sobre estadísticas ambientales, concebidos para su incorporación a los sistemas de contabilidad física y económica. De forma paralela en 1991 la OCDE lo adoptó y modificó y en 1993 definió un grupo medular de indicadores en varios temas, seleccionados para ponderar el desempeño ambiental. Este constituyó una herramienta analítica para categorizar o clasificar datos sobre los recursos naturales y el ambiente a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Se basa en el conjunto de las siguientes relaciones: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello el estado (E) de los recursos naturales; la sociedad responde (R) a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales, las cuales afectan y se retroalimentan de las primeras (Figura 1).

De acuerdo con la OCDE, un indicador se define como un valor, derivado de otros más generales, que señala o provee información o describe el estado de un fenómeno dado -del ambiente o de un área específica- con un significado que trasciende el valor específico del parámetro (OECD, 1991). Conlleva dos funciones básicas: reducir el número de mediciones y parámetros que se requieren para reflejar una situación dada y, simplificar la comunicación con el usuario (INEGI/INE, 2000) (Figura 1).

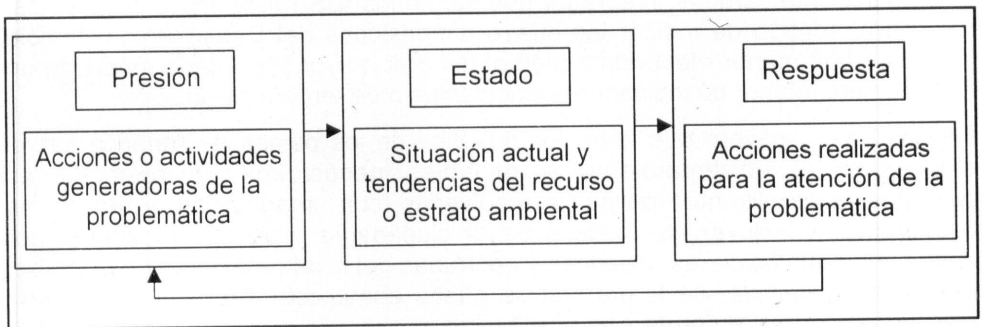


Figura 1. Esquema Presión – Estado – Respuesta (FAO, 2001).

Cada vez más naciones determinan indicadores, desde el enfoque del desarrollo sostenible (IDS), los cuales incorporan, aunque no necesariamente vinculan, las dimensiones económica, social, ambiental e institucional. Quiroga (2001) señala que se constata una profusión en la definición de indicadores con cobertura nacional, en general, a cargo de los gobiernos centrales (agencias de medio ambiente o de desarrollo sostenible); mientras que, organizaciones civiles y

gubernamentales seleccionan indicadores de fenómenos locales (ciudades), territoriales (cuenca, bahías), temáticos (biodiversidad, aguas, entre otros) o bien sectoriales (energético, transporte, agrícola).

Un sistema de IDS nacional tiene un costo superior de inversión y de operación al que organizaciones independientes de la sociedad civil pueden absorber. Es deber de los Estados generar esta información de forma oportuna y transparente, igual como ocurre con los indicadores económicos y sociales. Mucho camino se ha recorrido desde mediados de la década de los ochentas, cuando se inició el trabajo en torno a los indicadores de sostenibilidad ambiental. En los noventas, se articuló con mayor fuerza el trabajo dirigido a su elaboración en los países más poderosos y también en algunos latinoamericanos. La Cumbre de la Tierra, el Programa de IDS de la CDS, y otros impulsos en la agenda ambiental de los gobiernos han propiciado cambios vigorosos en los últimos años. Hay coincidencia en que los desafíos más frecuentes se presentan tras una intensa década de desarrollo de indicadores:

- El precio de construir un sistema de calidad y operarlo a lo largo plazo.
- La insuficiente valoración del potencial que tienen los IDS como herramientas en la toma de decisiones por parte de la mayoría de los gobiernos de la región, en relación a otras prioridades en la agenda pública
- Los problemas del diseño y aplicación de indicadores, en particular su insuficiente carácter integrador que tienen los IDS hasta ahora propuestos, en el sentido de indicar las cuatro dimensiones del Desarrollo Sostenible pero con menor efectividad, bien al generar mayor significado mediante un número inferior de indicadores vinculantes o de tercera generación.

Pino (2001) aseveró que entre los desafíos de los países de América Latina sobresalen el enfrentamiento a múltiples necesidades y restricciones presupuestarias, lo que obliga a resolverlas con imaginación y en forma cooperativa. Confluyen los deseos de la ciudadanía y de los gobiernos, por contar con señales claras, objetivas y oportunas del nivel de avance respecto del desarrollo sostenible, de forma que se pueda enmendar el rumbo. Pero medir esta necesidad se enfrenta con el esfuerzo económico que demanda constituir un mínimo equipo humano, técnicamente competente, a cargo de dichos indicadores con garantía de calidad.

Además, en el área se tiene el desafío científico de avanzar en la medición de un proceso en definición, y que por lo tanto, supone dificultades fuertes para que se concrete hasta un nivel de cuantificación de fenómenos complejos y dinámicos. El uso de los indicadores en Latinoamérica exige la combinación creativa de estas fuerzas motrices en el plazo más breve. No existe todavía consenso sobre la teoría y método para construir indicadores ambientales, pues se

tiene el concepto de que es específico de las políticas vigentes en cada país o región. Sin embargo, hay coincidencia sobre la necesidad de otros más generales para medir las consecuencias ambientales de acciones y proyectos y para cuantificar el capital natural. Así, para el Banco Mundial los indicadores son medidas de desempeño que agregan información de modo que sea aplicable, destacando los aspectos no resueltos de fluctuaciones, variaciones interpolares e incertidumbre.

El éxito de un curso de acción es medible y hasta crear estímulos para reaccionar ante ciertos problemas, pero se carece de medidas de política a seguir. Son los tomadores de decisiones en quienes recae la responsabilidad de escoger la alternativa que permita lograr las metas propuestas con la mayor eficiencia. Se distinguen tres grandes categorías de indicadores para la evaluación del desempeño ambiental (OCDE, 1996):

- Indicadores de desempeño ligados a objetivos cuantitativos explícitos (metas, objetivos, compromisos).
- Indicadores de desempeño unidos a grandes objetivos cualitativos, dirigidos al concepto por dos vías: i) respecto a la eficiencia de las actividades humanas; y ii) a la sustentabilidad del uso de los recursos naturales.
- Indicadores descriptivos, que no están ligados a los objetivos nacionales.

La experiencia internacional en el desarrollo de indicadores resalta que:

- Los gobiernos han tomado como un asunto prioritario la formulación de indicadores, a tal punto que la planeación, ejecución y evaluación de la política ambiental los demanda para su correcta aplicación.
- Es fundamental coordinar las acciones de sistematización y difusión de la información entre las agencias de estadística y las autoridades.

En la medida en que los indicadores ambientales evolucionan, aumenta la necesidad de su uso; así como, el interés y la participación de distintas instancias. Dicho proceso demanda cada vez mayor precisión, pero es también un ejercicio que ofrece múltiples ventajas para la planeación y toma de decisiones del gobierno y un más amplio canal de información confiable.

Índices e Indicadores.- Es importante aclarar que un índice ambiental se distingue de los indicadores en que éstos se refieren a medidas simples de factores o especies bajo la hipótesis de que son indicativos del sistema biofísico o socioeconómico. Se han empleado los indicadores ecológicos; así durante muchas décadas en Estados Unidos las plantas se han usado como indicadores de las condiciones del agua y suelo, que afectan al potencial agropecuario. También se ha recurrido al uso de vertebrados en las zonas cálidas (Odum, 1959; Hunsaker

y Carpenter, 1990). Un "organismo indicador" es un taxón seleccionado por su sensibilidad o tolerancia a los diversos tipos de contaminación y sus efectos, como es el caso de las provocadas por metales o la desaparición de oxígeno (Chapman, 1992). En lo que se refiere a calidad del agua, los grupos elegidos comprenden bacterias, protozoarios, algas, macro-invertebrados, macrófitos y peces.

Para efectos de ordenamiento territorial existe una cantidad considerable de indicadores que eventualmente son aplicados a escalas urbana, microrregional, estatal, mesorregional y nacional. Los conjuntos elegidos deben cumplir con las siguientes características: a) poder ser representados cartográficamente; b) estar basados en métodos sencillos; c) proceder de fuentes de datos accesibles y confiables; d) susceptibles de actualización periódica con fines de monitoreo; e) establecer tendencias y f) posibilitar su agregación con fines de caracterización mesorregional (Palacio *et al.*, 2004).

A partir de las primeras pruebas efectuadas por Prabhu *et al.* (1998) se percibieron gradualmente los atributos de los indicadores que resultarían útiles. Los que se retuvieron por, considerarse los más valiosos, se calificaron con base en que eran pertinentes, estaban relacionados con la meta de evaluación sin ambigüedad; su definición era precisa; su diagnóstico específico; eran fáciles de detectar, registrar e interpretar; fiables, como lo indicaba la reproducción de los resultados y; sensibles a las tensiones de los sistemas de manejo forestal, ecológico o social; además de, ofrecer una medida espacio/temporal y ser atractivos para los usuarios.

El Programa de Evaluación y Cartografía Ecológica de la EPA (EMAP) utiliza indicadores para una gran cantidad de funciones (Hunsaker y Carpenter, 1990). De hecho fungen como herramientas para el seguimiento del estado del medio en relación al desarrollo sostenible o a las amenazas ambientales (OCDE, 1991). Son usados para medir el funcionamiento del medio respecto a grados de calidad y sus cambios; así mismo se integran en las políticas sectoriales y económicas. El Cuadro 3 contiene un listado de 25 indicadores, de los cuales 18 son ambientales y siete socioeconómicos todos ellos significativos para el medio.

Evaluaciones basadas en indicadores.- Posibilitan la incorporación de textos, mapas, gráficas y datos tabulares. En general, incluyen un sistema más amplio de indicadores, se eligen con cuidado, pues permiten realizar evaluaciones claras, aun siendo selectivos. Por ello cubren todos los temas que representan adecuadamente las condiciones humanas y ecológicas. Los procedimientos sistemáticos para la elección de los indicadores exponen la selección y el arreglo de los tópicos cubiertos y los valores involucrados, hacen más transparentes a los estudios basados en indicadores, que los de tipo narrativo, y por lo tanto, son más solicitados en la toma de decisiones.

Cuadro 3. Conjunto preliminar de indicadores ambientales nacionales.

Indicadores ambientales biofísicos
1.- Emisiones de CO ₂
2.- Emisiones de gases invernadero
3.- Emisiones de SO _x
4.- Emisiones de NO _x
5.- Uso de recursos hídricos
6.- Calidad del río
7.- Tratamiento de aguas residuales
8.- Cambio en los usos del suelo
9.- Áreas protegidas
10.- Uso de fertilizantes nitrogenados
11.- Uso de recursos forestales
12.- Comercio de madera tropical
13.- Especies amenazadas
14.- Volúmenes de pesca
15.- Producción de residuos
16.- Residuos municipales
17.- Accidentes industriales
18.- Opinión pública
Indicadores del ambiente social y económico
19.- Crecimiento de la actividad económica
20.- Intensidad de energía
21.- Energía disponible
22.- Producción industrial
23.- Tendencias del transporte
24.- Consumo privado de combustible
25.- Población

Fuente: (OECD, 1991).

La intervención de los tomadores de decisiones es indispensable para asegurar que la evaluación incorpore sus valores y trate sus preocupaciones. Deben tener una clara noción de qué se va a medir y las cuestiones que definen el valor. El equipo de trabajo tiene la responsabilidad de asegurarse que el proceso soporte el escrutinio científico. Sin embargo, las demandas técnicas de la selección de indicadores impone apremios en la participación.

Al aplicar el mismo conjunto de indicadores a través del tiempo, se pueden comparar trabajos posteriores con los anteriores, lo cual provee una cobertura más consistente de una valoración a otra, y ésta aunada a una organización sistemática de los temas y sus indicadores, facilitan la clara identificación de los aspectos prioritarios.

La evaluación puede ser designada en común por participantes y técnicos, pero difiere una de otra, principalmente en el número de subsistemas, la cantidad de niveles entre ellos y los indicadores y si generan los índices (indicadores compuestos) del estado del sistema (el área por evaluar) y sus componentes.

La división en dos subsistemas asegura que las poblaciones y el ambiente sean tratados por igual y que la cuestión principal se centre en el desarrollo sustentable: ¿Cómo alcanzar el bienestar humano y el de los ecosistemas juntos?. Incrementar el número de ecosistemas a partir de la fragmentación del universo integrado por el hombre y sus acciones reduce el peso dado al ambiente, de la mitad a un tercio (tres subsistemas), a un cuarto (cuatro subsistemas). La ventaja de tener tres subsistemas es la prominencia dada a la economía. Sin embargo, los aspectos del confort de la humanidad son difíciles de tratar y dependen de las perspectivas culturales. La separación de economía, sociedad e institucionalidad es más arbitraria; aunque ha sido aceptada por la Comisión de las Naciones Unidas en Desarrollo Sustentable (CSD).

Un subsistema "integrado" es superfluo debido a que la unificación de los indicadores, sugerida por la Iniciativa del Reporte Global, podría asignar un subsistema u otro, o permitiría generar más información como índices de estado parciales o totales. Pocos niveles dificultan retomar la lógica detrás de la elección de un indicador, es decir, qué aspecto del subsistema representa y cómo lo hace; pero Muchos propician que el usuario se pierda entre tantas ligas. Dado el amplio alcance del desarrollo sustentable es inevitable contar con un gran número de indicadores, que se traducen en un enorme problema de comunicación.

La creciente cantidad de proyectos de indicadores y los desafíos mundiales tienen dos caras aparentemente contradictorias: la complejidad de manejar el cúmulo de datos requeridos para monitoreo y la demanda de simplicidad, cuando las políticas de acción se consideran cada vez más urgentes; así como, el propósito para crear indicadores. La disyuntiva es presentar de manera simple, elegante y eficaz un sistema, sin comprometer su complejidad.

El mejor camino para superar este problema es combinar los indicadores en índices, pues así proveerán un claro retrato del sistema completo, revelando las relaciones clave entre los subsistemas y los componentes mayores; además facilita el análisis de las fortalezas y debilidades críticas. No se pierde información, debido a que los indicadores constitutivos y los datos subyacentes son siempre cuestionados.

Los indicadores del desempeño ambiental en México.- Al adherirse a la Agenda 21, México se comprometió a adoptar medidas nacionales y globales en materia de sustentabilidad, y acciones orientadas a la generación de indicadores mediante los cuales se midan y evalúen las políticas y estrategias correspondientes. De acuerdo con el párrafo 40.4 de tal declaración, los indicadores de desarrollo sustentable proporcionan bases sólidas para la toma de decisiones en todos los ámbitos y aportan elementos para autorregular la sustentabilidad de los sistemas integrados del ambiente y el desarrollo, constituyendo un punto de referencia para la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad de un país. En abril de 1995, la Comisión de Desarrollo Sustentable (CDS) de las Naciones Unidas aprobó el Programa de Trabajo sobre Indicadores de Desarrollo Sustentable 1995-2000. A partir de 1997, México se sumó formalmente a otros 21 países que, de manera voluntaria, habían decidido participar en la prueba piloto mundial para desarrollar dichos indicadores.

Para definir y conjuntar las series de indicadores sugeridos en la Agenda 21, la CDS, participó en las actividades de diseño y elaboración de las respectivas metodologías para que con ellas los países tuviesen un marco de referencia en la preparación de los indicadores. Los organismos involucrados incluyen: el Banco Mundial, la Oficina de Estadística de la Comunidad Europea (Eurostat), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), Organización Internacional del Trabajo (OIT), Organización Meteorológica Mundial (OMM), Organización Mundial de la Salud (OMS), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE), Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Worldwatch Resources Institute, WRI (Instituto de Recursos Mundiales). Los indicadores propuestos por la CDS con criterios temáticos cubren lo expuesto en cada uno de los 40 capítulos de la Agenda 21, y están clasificados en cuatro categorías –social, económica, ambiental e institucional–, y por su naturaleza dentro del esquema presión-estado-respuesta, distribuidos así: presión 43, estado 54 y respuesta 37, que totalizan 134 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Agenda 21: Listado de capítulos del desarrollo sustentable según categoría temática.

Categoría y capítulo	Número de indicadores
Aspectos Sociales	
3 Combate a la pobreza	6
5 Dinámica demográfica y sustentabilidad	4
36 Promoción de la educación, la concientización pública y la capacitación	11
6 Protección y promoción de la salud humana	12
7 Promoción del desarrollo de asentamientos humanos sustentables	8
Subtotal	41
Aspectos Económicos	
2 Cooperación internacional para acelerar el desarrollo sustentable en los países y en sus políticas internas	5
4 Cambio de patrones de consumo	8
33 Mecanismos y recursos financieros	6
34 Transferencia de tecnología	4
Subtotal	23
Aspectos Ambientales	
18 Recursos de agua dulce	7
17 Protección de océanos, todo tipo de mares y áreas costeras	5

continúa...

continuación Cuadro 4...

Categoría y capítulo	Número de indicadores
Aspectos Ambientales	
10 Enfoque integrado para la planificación y administración de recursos del suelo	3
12 Manejo de ecosistemas frágiles: combate a la desertificación y la sequía	4
13 Manejo de ecosistemas frágiles: desarrollo sustentable en áreas montañosas	3
14 Promoción de la agricultura sustentable y el desarrollo rural	7
11 Combate a la deforestación	4
15 Conservación de la diversidad biológica	2
16 Manejo ambientalmente limpio de la biotecnología	2
9 Protección de la atmósfera	6
21 Manejo ambientalmente limpio de desechos sólidos y aspectos relacionados con aguas servidas	5
19 Manejo ambientalmente limpio de sustancias químicas tóxicas	2
20 Manejo ambientalmente limpio de desechos peligrosos	4
22 Manejo seguro y ambientalmente limpio de desechos radioactivos	1
Subtotal	55
Aspectos Institucionales	
8 Integración del ambiente y el desarrollo en la toma de decisiones	4

continúa...

continuación Cuadro 4...

Categoría y capítulo	Número de indicadores
Aspectos Institucionales	
35 Ciencia para el desarrollo sustentable	3
39 Instrumentos y mecanismos legales internacionales	2
40 Información para la adopción de decisiones	3
23-32 Fortalecimiento del papel de los principales grupos	3
Subtotal	15
Total	134

Fuente: Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies, United Nations Organization, 1996.

Al estructurar el análisis de la sustentabilidad en tales categorías o subsistemas se busca identificar los posibles ámbitos de causa-efecto para un fenómeno dado, además de los factores esenciales para orientar las líneas de acción a ese respecto. Estos indicadores intentan reflejar y medir las interrelaciones entre el desarrollo socioeconómico y las cuestiones ecológicas y constituir un punto de referencia para la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad.

El punto crucial del desarrollo sustentable es cómo armonizar la expansión productiva con la base de recursos que la hace posible, es decir, integrar estrategias del desarrollo económico, el bienestar de la población y las prioridades de conservación de los recursos naturales y ambientales. Conscientes de tal desafío, se han adoptado los instrumentos institucionales y legales para orientar las estrategias hacia la modalidad sustentable.

Desde 1988 México cuenta con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en la que el desarrollo sustentable se concibe como "el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras" (SEMARNAT, 2003).

Los primeros pasos hacia la formulación de indicadores en el país se dieron a partir del Taller Norteamericano de Información Ambiental (Ezcurra, 1993) cuyo objetivo fue generar una base de datos para el informe del estado del ambiente de América del Norte. Aún cuando el establecimiento de indicadores fue de inicio motivado por la obligatoriedad de atender compromisos internacionales y de generar indicadores comparables a dicho nivel, con la creación de la SEMARNAP se tomó conciencia de la importancia de dichos instrumentos en la planeación y la gestión de las políticas ambientales, se hizo énfasis en la necesidad de contar con un conjunto de indicadores enfocados a la toma de decisiones dentro del territorio nacional y, en la medida de lo posible, incluir otros de índole mundial.

En una primera etapa se decidió avanzar en los temas del Instituto Nacional de Ecología, a fin de crear una base sólida que permitiera el desarrollo futuro de los indicadores seleccionados. La estrategia consistió en establecer un conjunto de indicadores "ideales" a escala general, para realizar un modelo de la dinámica de cada problema, con base en propuestas internacionales como las de la OCDE y el PNUMA; posteriormente se revisaron antecedentes de cada tema. Concluidas estas dos tareas, se valoró la viabilidad de los indicadores para darlas a conocer, de acuerdo con la disponibilidad de la abundante y muy diversa información, lo que hizo necesario tener un marco conceptual para estructurarla y hacerla más accesible e inteligible.

Se adoptó, entonces, el esquema Presión-Estado-Respuesta (PER), que se basa en una lógica de casualidad, presupone relaciones de acción y respuesta entre la economía y el medio ambiente, y parte de interrogantes simples (INEGI e INE, 2000). Desde mediados de la década de los 90s, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) amplió su competencia hacia el campo de los recursos naturales. La Ley Federal de Procedimiento Administrativo, así como las modificaciones a la LGEEPA en 1996, dieron fundamentos más claros a las acciones de aplicación de la ley y, al mismo tiempo, otorgaron mayor seguridad jurídica a los inspeccionados.

Posteriormente, la Ley General de Vida Silvestre y las reformas del año 2001 a la LGEEPA crearon figuras novedosas como la flagrancia administrativa y la posibilidad de condonar las multas por aportaciones a programas de restauración. Un indicador indirecto del éxito de esos cambios normativos está en el hecho de que los amparos y otros recursos jurídicos no han representado un obstáculo para el ejercicio de las atribuciones de la PROFEPA.

Es notoria la falta de indicadores que permitan conocer el modo en que se conforma y se transforma el universo de los ilícitos que afectan la biodiversidad, y menos aún del impacto que las acciones de esta instancia federal pueden haber tenido en las diferentes regiones y contextos sociales; por ello, el desarrollo de tales indicadores es indispensable para definir una política racional

de aplicación de la ley. No obstante, existe una percepción, enteramente justificada, de que su actuación resulta casi insignificante frente a las dimensiones de los procesos de deterioro que afectan a la flora y fauna. Además de un aumento en el financiamiento para enfrentar el problema, se requieren mecanismos de articulación de la PROFEPA con las demás autoridades ambientales y, con las comunidades locales en particular, para lograr nuevas formas de consenso social en torno a la aplicación de la normatividad vigente.

En la actualidad, los tratados ambientales internacionales buscan no sólo normar la conducta de los países entre sí, sino también las actividades internas, tanto para asegurar la observancia del principio 21, de Estocolmo como para proteger el medio ambiente y sus recursos naturales. Por ello, el orden jurídico ambiental mexicano se ha enriquecido por la vía de dichos convenios, muchos de los cuales obligan al Congreso de la Unión y al Poder Ejecutivo a emitir leyes y decretos que tienen y cumplan con las disposiciones internacionales asumidas. Los tratados ambientales internacionales tienen aplicación a nivel mundial, regional, subregional y, en muchísimos casos bilateral, versan en materias muy variadas que incluyen desde la protección de la naturaleza, la diversidad biológica, los recursos acuíferos superficiales y subterráneos; hasta la capa de ozono, la atmósfera y el cambio de clima (Székely, 2008).

México es parte de foros y acuerdos, los cuales comprenden tópicos referentes a la preservación de la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, por vertimiento de desechos y otras materias y por buques (entre 1954 y 1990). Para la protección de los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (1971); el patrimonio mundial cultural y natural (1972); el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres (1973); el derecho del mar (1982); la protección de la capa de ozono (1985, 1987, 1990 y 1992); el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos (1989); el cambio climático (1992) y la diversidad biológica (1992) (Cuadro 5).

Parámetros clave de la sostenibilidad

La crisis del desarrollo y el ambiente.- Para finales de la década de 1970, la comunidad internacional reconoció que la crisis ambiental global continuaba; así como, la pobreza y el subdesarrollo de los países del Hemisferio Sur, a pesar de los programas de conservación. En consecuencia, se crearon varias comisiones cuyos resultados empezaron a publicarse desde 1980; ese fue el caso del Informe Brandt (ICNSDI, 1980) sobre la crisis del subdesarrollo del Sur, y de la Estrategia Mundial de Conservación (WCS) (IUCN-UNEP-WWF, 1980). Ambos documentos trataron sus respectivos problemas de forma más o menos aislada, aunque la WCS reconoció el nexo entre el subdesarrollo y el deterioro ambiental en los países estudiados, concluyendo que sólo el "desarrollo sustentable" podría enfrentarlos.

Cuadro 5. Acuerdos y foros Internacionales en materia ambiental en los que participa México.

Multilaterales

1. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD).
2. Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, del CDB.
3. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).
4. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT).
5. Comisión Ballenera Internacional (CBI).
6. Convenio sobre Humedales de Importancia Internacional Especialmente Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar).
7. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (ITTO).
8. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).
9. Protocolo de Kyoto, de la CMNUCC.
10. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave, en particular en África (CNULD).
11. Convenio de Viena, para la protección de la capa de ozono.
12. Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.
13. Convenio de Basilea, sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
14. Convenio de Rotterdam, sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional.

continúa...

Multilaterales

15. Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes.

Declaraciones y planes de acción multilaterales

1. Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, Estocolmo.
 2. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
 3. Declaración de Johannesburgo sobre Desarrollo Sustentable.
 4. Plan de Implementación de Johannesburgo.
 5. Declaración del Milenio (objetivos de desarrollo del milenio).
 6. Declaración de Cancún (Grupo de Países Megadiversos Afines).
-

Vínculos con organismos

1. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
 2. Oficina Regional para América Latina y el Caribe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
 3. Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (CDS).
 4. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
 5. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD).
 6. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
 7. Comité de Pesca de la FAO (COFI).
 8. Foro de las Naciones Unidas sobre Bosques (FNUB).
-

continúa...

continuación Cuadro 5...

Vínculos con organismos

9. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
 10. Organismo de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC).
 11. Organización Mundial de Comercio (OMC).
 12. Acuerdo de Asociación Económica y Concertación Política y Cooperación entre México y la Comunidad Europea.
 13. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Climático.
 14. Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC).
-

Subregionales

1. Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA).
 2. Comité trilateral Canadá-México-Estados Unidos para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre y Ecosistemas.
 3. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD).
 4. Corredor Biológico Mesoamericano
 5. Arrecife Mesoamericano
-

Con el informe Brundtland (WCED, 1987), este tema alcanzó la madurez como concepto unificador para enfrentar la doble crisis del subdesarrollo y la degradación ambiental.

El Informe Brundtland puso de manifiesto que ambas derivan del proceso industrial tradicional, cuyo concepto del ambiente como fuente inagotable de materias primas por un lado, y espacio ilimitado para los desechos por el otro, redundan precisamente en el deterioro ambiental y en la emergencia de muchos pobres y pocos ricos (WCED, 1987; Challenger, 1998).

Tales facetas se consideran temas centrales del desarrollo sustentable, mismo que se define como "aquel que puede satisfacer las necesidades de la

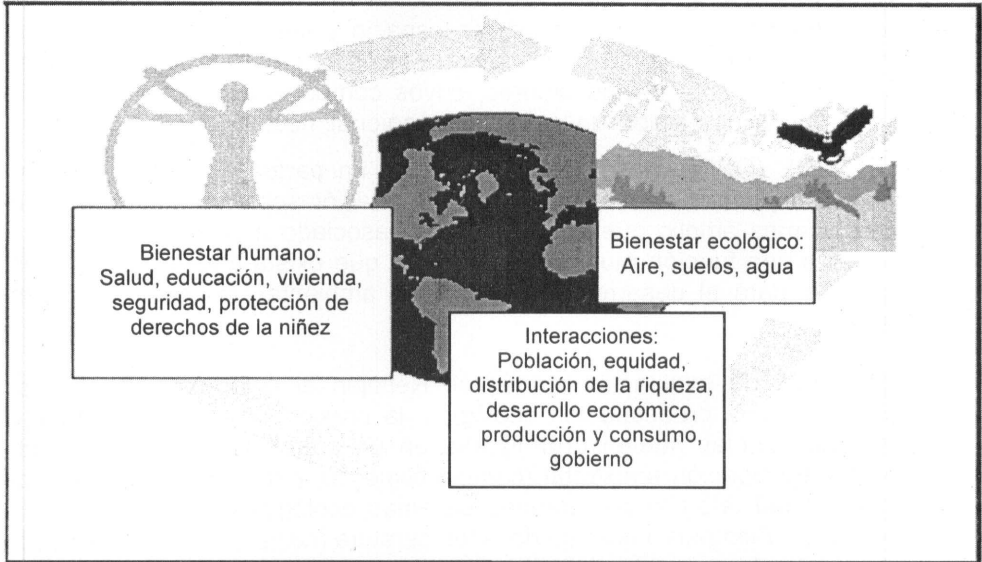
generación actual, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades» (WCED, 1987)". Concepto que ha sido adoptado ya por la mayoría de los países del mundo como el principal objetivo de las políticas nacionales y de la cooperación internacional. Derivado de ello se celebró la Cumbre de Río de Janeiro, en 1992, en la cual se sentaron las bases legales para la acción internacional en pro de la erradicación de la pobreza y de la conservación ambiental.

El surgimiento de dichos acuerdos; además de, la incorporación de sus compromisos en las políticas de todas las naciones, son cruciales para alcanzar niveles aceptables de progreso. En el mejor de los casos, al "sanar" los impactos negativos sobre el medio, la sociedad, y la economía del desarrollo industrial y la pobreza, éstos dejarían de tener secuelas automáticas, y debería ser factible lograr un entorno en el que la producción y la conservación van de la mano, en beneficio del bienestar de todos (INE, 2003).

La sociedad actual que multiplica las dimensiones del tiempo y espacio plantea enfoques sin precedentes, que a su vez propician la aparición de nuevos problemas ambientales, el incremento de los existentes y de las externalidades generadas por el modelo económico. La selección de datos relevantes para efectos de sostenibilidad, la formulación de relaciones funcionales significativas y estructurales de las variables que dan cuenta del sistema geográfico en su conjunto, se transforman en un observatorio de la sociedad local y global y, en una fuente de información coyuntural, desde muchos puntos de vista; con fuertes connotaciones de estrategia política, de manera que, a la luz de lo que percibe el común de la gente respecto al medio ambiente y lo que se recibe de manera oficial sobre el tema, cabe preguntarse ¿hasta qué punto los datos obtenidos mediante la aplicación de indicadores es comunicada a la opinión pública?

Los tres ámbitos fundamentales involucrados en el concepto Brutland fueron plasmados en un esquema sinóptico: el bienestar humano, el ecológico y sus interacciones. Se trata de un enfoque integrado del desempeño económico y ambiental, que conforma un área de factibilidad, en el cual el crecimiento económico debería ser suficiente para resolver la pobreza y paralelamente sustentable para evitar una crisis ambiental, considera también la equidad entre las generaciones presentes y la intergeneracional que involucra los derechos de las futuras (INEGI e INE, 2000), (Figura 2).

Existe un consenso en que el concepto de desarrollo sustentable debería tender hacia un esquema que considere al ser humano como centro de toda estrategia, en la cual el mejoramiento de la calidad de vida se dé con eficiencia productiva y de manera armónica con la preservación de los recursos naturales.



Fuente: World Commission on Environment and Development (WCED), 1987.

Figura 2. Áreas principales de sustentabilidad.

Información para el desarrollo de la política ambiental

La integración del ambiente en la política es la asignatura pendiente del siglo XX, lo que conlleva a incorporar las metas ambientales en las de tipo sectorial. Para Manteiga (2000) implica la obtención de datos útiles, pues el desarrollo de la política ambiental depende de un largo proceso de toma de decisiones. Parte de una preocupación y acaba en la adopción de medidas encaminadas a paliar propensiones desfavorables.

Resulta necesario traducir las observaciones científicas y la abundancia de registros en un número reducido de parámetros capaces de ofrecer información útil, a escala política, sobre el problema en cuanto a sus causas, su situación y sus tendencias. Así, cuando el deterioro se transforma en una alarma reconocida, por lo general existen evidencias que la avalan. Por ejemplo, para el fenómeno del cambio climático, se dispone de una ingente cantidad de referencias actuales y de un largo período histórico de documentación.

El uso de indicadores como instrumento del proceso político es una práctica habitual en muchos sectores. El diseño de planes nacionales ambientales comienza a darse a mediados de los ochentas en Europa y es entonces cuando surge la necesidad de poner en práctica mecanismos que evalúen la situación del medio y las consecuencias de las medidas aplicadas. De tal manera que la

creciente demanda de información útil, en espacio y tiempo; para servir a un procedimiento político preventivo, justifica que sea preciso avanzar con carácter prioritario en un sistema de indicadores, cuyos componentes respondan a un esquema común y comparable en los ámbitos regional, nacional e internacional.

Para la OCDE (OECD, 1993) un indicador es un parámetro o el valor que resulta de un conjunto de ellos, y que ofrece información sobre un fenómeno, con un significado más amplio que el directamente asociado a su configuración, y que conlleva a una función muy precisa. De ahí que exista diversidad de tipos de indicadores para el desarrollo de la política ambiental, los cuales pueden agruparse en:

- Indicadores de evaluación ambiental. Reflejan el estado del medio con respecto a una preocupación ecológica, la presión que éste soporta y la respuesta social; suelen organizarse en un marco temático, entendido como preocupación ambiental (cambio climático, eutrofización, pérdida de biodiversidad, etc.), o por grandes sistemas ecológicos (agua, atmósfera, suelo, etc.). Ejemplos: variación de la temperatura media global, concentración atmosférica de gases de efecto invernadero, emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.
- Indicadores de integración sectorial. Informan sobre la relación entre los efectos sectoriales (agricultura, turismo, transporte, etc.) y las condiciones ambientales. Ejemplos: precio del transporte, emisiones de CO₂ y CO, consumo final de energía, longitud de la red de carreteras, valor bruto añadido del sector.
- Indicadores de integración económica. Relativos al costo ambiental asociado a la economía, como pueden ser: PIB verde, gasto total consolidado en actividades características ambientales (OECD, 1993; AEMA, 1999; EUROSTAT, 1996 y MIMAM, 1996).

Los indicadores están avalados por los requisitos de validez científica, a saber: representatividad en el marco ambiental, fácil interpretación, respuesta a cambios y comparables a diferentes niveles (OECD, 1993). Éstos condicionan las limitaciones a las que se enfrentan los indicadores, como sucede con la calidad de las estadísticas. Su uso en el contexto del desarrollo de la política ambiental precisa de una permanente revisión, en la que se integren los cambios en las metas políticas, los avances en el conocimiento de los problemas ambientales y los resultados de los debates técnico- científicos sobre la estructura misma de los indicadores.

En el aspecto político, el déficit se interpreta como la distancia presente desde la situación de una región determinada y los objetivos propuestos por la política y la legislación ambiental. Entendido así, conocerlo para un determinado ámbito geográfico permite determinar una meta, destacar prioridades de acciones en

función de los calendarios establecidos y seleccionar los parámetros necesarios para tomar medidas. De tal manera que, el campo de aplicación de un sistema de indicadores puede comenzar por ordenar los temas políticos y legislativos que correspondan a los apartados de la política y la legislación ambiental; se procede, entonces, a definir los alcances en cada uno; fase que demanda una lectura cuidadosa de los documentos que dan cuerpo a la política y a la normatividad de cobertura local, regional, nacional e incluso internacional. Una vez identificados los propósitos, el sistema de indicadores dispone de un horizonte claro sobre qué informar.

Una política ambiental efectiva debe poder integrarse a las sectoriales. Para ello, es imprescindible conocer la relación entre el estado del medio y la presión que ejercen los diversos factores, por el uso de los recursos naturales o por las emisiones contaminantes. Las limitaciones ambientales para el desarrollo sectorial dependen de la capacidad de carga del medio. Por ejemplo, el establecimiento de regadíos debería estar en función de la disponibilidad de agua, la erodabilidad del suelo y la existencia de zonas de elevado valor natural. Las potencialidades ambientales para el desarrollo sectorial indicarán las áreas para las que el medio ambiente ofrece oportunidades. Tal es el caso de los espacios para el turismo rural o zonas para la producción de energías renovables.

El primer paso para construir un sistema de indicadores es la elaboración de un perfil sectorial; el cual se prepara con base en indicadores económicos relacionados con el uso de los recursos; además de otros relativos a la incidencia ambiental directa de cada sector identificado. Los componentes y las tendencias identificadas se asocian con indicadores sobre el estado ecológico de la región, mismos que se usan para conocer el déficit ambiental. Con esta información se pueden plantear y justificar el potencial y las limitaciones ambientales para el desarrollo sectorial del ámbito geográfico. Por ejemplo: el perfil sectorial de una región indica la existencia de una densa red de transporte por carretera. Dicha característica se relaciona con la fragmentación del hábitat, lo que repercute sobre la pérdida de biodiversidad, de la cual uno de los principales sectores responsables es el transporte.

El resultado de esta aplicación lleva a un conocimiento sistemático de las posibilidades ambientales de desarrollo sectorial de la región por tema o preocupación.

El conocimiento sistemático de las posibilidades ambientales favorece un diálogo fluido y eficaz entre los responsables de las políticas sectoriales, y en consecuencia una mayor y mejor integración ambiental. Cabe destacar la necesidad de llevar los problemas ambientales a términos bien delimitados, con características cuantificables que hagan posible y comprensible su integración con las de otros sectores. El uso de sistemas de indicadores como herramienta contribuye con esa importante tarea.

CONCLUSIONES

Los indicadores ambientales y su organización en sistemas constituyen un instrumento versátil, capaz de optimizar el uso de la información ambiental, dar curso a un proceso sistemático de toma de decisiones y avanzar en una sólida integración de la política correspondiente. Son métodos de alerta que permiten evaluar el progreso hacia la sostenibilidad y un medio de calidad.

Se analizaron experiencias relevantes por su cobertura, porque sus marcos ordenadores constituyen herramientas óptimas para los usuarios o su calidad técnica y de validación potencian su propuesta notablemente. Se privilegió el ordenamiento de experiencias de escala nacional. La extensa gama de propuestas que se incrementan cada vez con más fuerza, disponibles en múltiples referencias dificulta su aplicación, al tiempo que surgen iniciativas en disímiles espacios ciudadanos, en centros de estudio y de gobierno; por ello, se identificaron las principales experiencias, se abordó una discusión teórica sobre lo que se entiende por un indicador, sus características y requisitos.

Se consideró importante concentrar las iniciativas de ámbito nacional, que por lo general compromete esfuerzos gubernamentales. Se analizaron iniciativas enmarcadas en mecanismos de cooperación, comisiones multilaterales y agencias internacionales, dado que su acceso a recursos técnicos y financieros posibilita un aseguramiento básico del nivel técnico y científico.

AGRADECIMIENTOS

El presente ensayo se elaboró en el marco del proyecto "Criterios e indicadores para la evaluación de la sustentabilidad del manejo forestal en la región centro de México" financiado por el Fondo Sectorial CONACYT – CONAFOR (2003 – C03 – 10735) al cual reconocemos su importante labor en la promoción del desarrollo forestal sustentable. Así mismo, estoy en deuda con la Dra. Cecilia Nieto de Pascual Pola, por su profesional trabajo en la revisión y edición de la versión original.

REFERENCIAS

- Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA). 1999. List of contents of the 1999 EEA indicators report. Documento de trabajo. Copenhagen. Dinamarca. 48 p.
- Boada, M. 2003. Medio Ambiente. *In*: Boada, M. y V. M. Toledo. 2003. El planeta, nuestro cuerpo. La ecología, el ambientalismo y la crisis de la modernidad. FCE, SEP, CONACYT. México, D. F., México. 237 p.
- Bruntland, G. (Ed.). 1987. Our common future: The World Commission on Environment and Development. Oxford University Press. Oxford, UK. 386 p.

- Canadian Council of Forest Ministers (CCFM). 1997. Criteria and indicators of sustainable forest management of Canada. Technical Report 1997. Ottawa, Canada. 137 p.
- Capra, F. 1998. La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos. Editorial Anagrama, Col. 204. Madrid. España. 368 p.
- Carson, R. 1999. Silent Spring. Penguin Books, Ltd. Col. Penguin Modern Classics. London, UK. 325 p.
- Carrizo, L., M. Espina P. y J. T. Klein. 2004. Transdisciplinariedad y Complejidad en el Análisis Social. Gestión de las Transformaciones Sociales MOST. Documento de debate No. 70. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). París, Francia. 68 p.
- Chapman, D. 1992. Water quality assessments. A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Published on behalf of UNESCO, WHO and UNEP. Chapman and Hall. London, UK. 585 p.
- Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES). 2001. Índice de sustentabilidad ambiental; sustentabilidad ambiental comparada en las entidades federativas de México. México, D. F. México. 220 p.
- Center for International Forestry Research (CIFOR). 1999. Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable management. Jakarta, Indonesia. 186 p.
- Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). 1997. Regiones ecológicas de América del Norte. Hacia una perspectiva común. Montreal, Canadá. 71 p.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2000. Sistema de indicadores para el seguimiento de la situación ambiental de México. CONAPO. México, D. F. México. 283 p.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2001. Sistema de indicadores para el seguimiento de la situación ambiental de México. CONAPO. México, D. F. México. 245 p.
- Estocolmo, 1972. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. www.cinu.org.mx/temas/des_sost.htm. (Fecha de consulta: 26 de junio 2007).
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2001. Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural Boletines FAO: Tierras y Aguas No. 5. Roma Italia. 345 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1996. Forest Resources Assessment 1990. Survey of tropical forest cover and change processes. FAO forestry paper 130. Food and Agriculture Organization of the UN. Rome, Italy. 152 p.
- Gobierno del Estado de Jalisco. 2001. Índices municipales de sustentabilidad. CD Rom.
- Gobierno del Estado de Querétaro. 2002. Sistema de indicadores ambientales y de sustentabilidad. CD Rom.

- Goldsmith, E. 1972. Manifiesto para la supervivencia. Alianza Editorial. Madrid, España. 402 p.
- Hunsaker, C. T. and D. E. Carpenter (Eds). 1990. Environmental Monitoring and Assessment Program. Ecological Indicators. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, EPA 600/3-90/060. Research Triangle Park, NC. USA. 340 p.
- Independent Commission on North – South Development Issues (ICNSDI). 1980. North-South: A Program for Survival. Massachusetts Institute of Technology Press, MA. USA. 149 p.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2000. Sistema de Indicadores Ambientales y Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes. SEMARNAT-INE. México, D. F. México. 425 p.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2003. Conservación de ecosistemas de montaña en México. INEGI. 2000. Anuario de estadísticas por entidad federativa. Temporalidad 1990-1999. SEMARAT. México, D. F. México. 348 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) / Instituto Nacional de Ecología (INE). 2000. Indicadores de desarrollo sustentable en México. INEGI/INE. México, D. F. México. 204 p.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN), United Nations Environmental Program (UNEP) and World Wildlife Fund (WWF). 1980. World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales. Gland, Suiza. 322 p.
- Independent Commission on North – South Development Issues. MIT Press (ICNSDI), 1980. North-South: A Program for Survival., MA. USA. 435 p.
- Izazola, H. 1999. Agua y sustentabilidad en la Ciudad de México. El Colegio de México. Estudios Demográficos y Urbanos 16 (2): 285-320.
- Manteiga, L. 2000. Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas. *In*: Estadística y Medio Ambiente. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla, España. pp. 75-87.
- Mallén R., C. 2005. Indicadores para la evaluación del ambiente: Los recursos naturales y la sustentabilidad. *In*: Benavides S., J. D., T. Hernández T. y F. Becerra L. (Coord.). Contribución al estudio de los servicios ambientales. Libro Técnico 1. CIRPAC, INIFAP. Guadalajara, Jal. México. pp. 171-218.
- Massera, O., M. Astier y S. López-Ridaura. 1996. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales El marco de evaluación mesmis. Mundi-Prensa México S. A. de C. V., GIRA e Instituto de Ecología, UNAM. México, D. F. México. 109 p.
- Meadows D., H., J. Randers y D. Meadows. 1972. Los límites del crecimiento. Editorial Aguilar. Madrid, España. 205 p.

- Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM). 1996. Indicadores ambientales. Una propuesta para España. Secretaría General de Medio Ambiente. Madrid, España. 217 p.
- Odum E., P. 1959. Fundamentals of Ecology. W. B. Saunders, Philadelphia, PA. USA. 546 p.
- Onaindia, M. 2004. El desarrollo sostenible y la educación ambiental desde la cátedra UNESCO de la UPV/ EHU. 1er seminario Interdisciplinario sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental. Universidad del País Vasco. Bilbao. España. pp. 6 - 12.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1991. Core Set of Environmental Indicators. Paris, France. 215 p.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1993. Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of Environment. Environment Monographs No. 83. OECD: Paris, France. 83 p.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1994. Environmental Indicators and the environmental performance review of The Netherlands. Paris, France. 223 p.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1996. Environmental Indicators and the environmental performance review. OECD. Paris, France. 176 p.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 2001. Key of environmental indicators. Environment Monographs. No. 109. OECD: Paris, France. 36 p.
- Palacio-Prieto, J. L., M. T. Sánchez S., J. M. Casado I., J. Sancho C., C. Valdez M. y R. Cacho G. (Coordinadores). 2004. Indicadores para la caracterización y el ordenamiento territorial. Instituto Nacional de Ecología / Instituto de Geografía, UNAM. Secretaría de Desarrollo Social. México, D. F. México. 161 p.
- Pino N., M. E. 2001. Los indicadores ambientales como parámetros clave de la sostenibilidad <http://www.ub.es/cres/indica.htm> (Fecha de consulta: 26 de junio 2007).
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2002. Recursos Mundiales, 2002 La guía global del planeta. Ecoespaña Editorial. Madrid, España. 345 p.
- Prabhu, R., C. Colfer y G. Shepherd. 1998. Criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible: nuevos hallazgos de la investigación realizada por CIFOR al nivel de la Unidad de Manejo Forestal. Red Forestal para el Desarrollo Rural, documento de la red 23ª verano. Rural Development Forestry Network, Comisión Europea. UK. 24 p.
- Proceso de Montreal. 1995. Criterios e indicadores para la conservación y el manejo sustentable de los bosques templados y boreales. Reuniones e Informes. Santiago, Chile. 86 p.

- Quiroga M., R. 2001. Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible: Estado del arte y perspectivas. Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Organización de las Naciones Unidas, División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Serie Manuales N° 16. Santiago, Chile 451 p.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. México, D. F., México. 95 p.
- Székely, A. 2008. Derecho Ambiental Internacional http://www.union.org.mx/guia/derechosyobligaciones/derecho_internacional.htm. Unión de Grupos Ambientalistas, I. A. P. (Fecha de consulta: 19 de agosto 2008).
- Statistical Office of the European Comisión (EUROSTAT). 1996. Estadísticas del Medio Ambiente. Ed. Comunidades Europeas. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla, España. s/p.
- United Nations Organization (ONU). 2000. Indicators for sustainable development. Guidelines and methodologies. Reporte del programa de trabajo de CSD. Commission on Sustainable Development. 303 p.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2002. Monitoring for forest management: unit scale indicators: The Local Unit Criteria and Indicators Development (LUCID) Test. Inventory and Monitoring Institute Report No. 5. Washington, DC. USA. 42 p.
- World Commission on Environment and Development (WCED), 1987. Our Common Future. Oxford University Press. Oxford. UK. 400 p.