

Investigación Económica, vol. LXII: 242, octubre-diciembre de 2002, pp. 159-185.

## TRES METODOLOGÍAS PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD: 10 AÑOS DESPUÉS DE RÍO\*

AMÉRICO SALDÍVAR V.\*\*  
ADRIÁN BARRERA  
PATRICIA ROSALES  
E. VILLASEÑOR

### PRESENTACIÓN

Como parte del proyecto denominado “Estudio de la contaminación ambiental generada por los procesos de refinación del petróleo en México,”<sup>1</sup> uno de los objetivos es analizar las diferentes propuestas teórico-metodológicas que se emplean tanto a nivel nacional como internacional para la medición de la sustentabilidad. La mayoría de estas técnicas y metodologías surgieron a partir de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, Brasil, el año de 1992 (UN,1993). En la actualidad entre las más conocidas estarían: el Índice de Desarrollo Sustentable (IDS); el

---

Manuscrito recibido en agosto de 2001; versión final, mayo de 2002.

Los autores agradecen los comentarios de los dictaminadores anónimos.

\* Dentro del Proyecto de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad (PIMAS) del Instituto Mexicano del Petróleo.

\*\* Profesor de la Facultad de Economía, UNAM e investigadores del Instituto Mexicano del Petróleo, e-mail: americoo@servidor.unam.mx; abarrera@imp.mx

<sup>1</sup> En la elaboración de este documento también participaron: Salvador Aguilar, Magdalena Nava, Silvia Ortiz, Leonor Rodríguez y Ángel Ángeles.

Barómetro de Sustentabilidad (BS); el Environmental Sustainability Index (ESI); la Huella Ecológica (EF), y por último el Genuine Progress Indicator (GPI). En esta parte de la investigación y por razones de espacio, se presentan sólo las tres primeras metodologías.

El IDS constituye una propuesta pionera de la Agenda 21, la cual a través de más de una centena de indicadores y variables recopilados a nivel regional o nacional, sugiere la medición del desempeño en términos tanto socioeconómicos, como institucionales y del sistema natural. Sus resultados nos informan de la cercanía o distancia con respecto a la sustentabilidad definida previamente.

Por su parte, el BS utiliza datos e indicadores similares al IDS, su diferencia estriba en que propone como punto de partida una consulta a los actores sociales involucrados en el área de estudio a fin de que sean ellos mismos quienes definan la importancia y prioridades entre el sistema socioeconómico y el natural. También utiliza una metodología distinta al presentar los resultados en una escala gráfica de menor a mayor, donde el bienestar de la gente se ubica en las ordenadas y el bienestar de los ecosistemas en el eje de las abscisas.

Por último se analiza el ESI o Índice de Sostenibilidad<sup>2</sup> Ambiental. Éste es un método preciso que a través de 22 indicadores núcleo y 67 variables, explica la presencia o no de sustentabilidad ambiental en áreas tales como calidad del aire urbano, salud pública general y regulación estatal del medio ambiente.

Quizá una deficiencia de todos estos métodos es que si bien miden y señalan cuál es el estado o nivel de sustentabilidad de acuerdo a sus propias premisas teóricas, no establecen cuáles serían los límites a las actividades antropogénicas y del crecimiento económico de manera tal que sean respetados y reconocidos los umbrales y la propia capacidad de carga de los ecosistemas.

Por ello a diez años de la Cumbre de Río debemos analizar cuáles han sido los principales avances de los instrumentos propuestos para medir las políticas públicas y la gestión de sustentabilidad y sus vinculaciones entre el binomio ecología-economía. En este documento no se analizarán

---

<sup>2</sup> Importa destacar que para este ensayo Sustentabilidad y Sostenibilidad se toman como conceptos afines.

propriamente si tales instrumentos han sido exitosos o no, ni tampoco su grado de avance y aplicación concretos. Sí en cambio queremos conocer “*the state of the art*” y el avance sobre las metas cuantificables y las mejores estrategias de medición.

De este estudio se concluye que no existe una metodología única y que todas y cada una de ellas, sin ser infalibles, tienen sus propios méritos, variando en términos de su nivel de acercamiento, de precisión sobre el problema en estudio, así como por su mayor o menor grado de complejidad. Sin duda una de las aportaciones y objetivos de este trabajo es ilustrar y coadyuvar en la manera de cómo medir los logros y desempeños de las políticas centradas en los graves problemas medioambientales, al mismo tiempo que a identificar los rezagos.

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante todo el siglo XX los procesos de industrialización y de urbanización aceleraron de manera dramática las dificultades ecológicas y medioambientales del planeta. Ello ha modificado y alterado todos los ecosistemas, poniendo en riesgo la viabilidad de la vida terrestre en el largo plazo. (Young, 1997). Sin duda el cambio climático y el efecto invernadero constituyen la mayor amenaza global que muestra los umbrales de una catástrofe ecológica. (“A letter to president Bush”, *Time*, 01).

Según Stauber (1994), los ecosistemas tienen sus propias reglas de funcionamiento a lo largo del tiempo y que continúan operando independientemente de que la gente no entienda completamente que la alteración o violación de las mismas tiene consecuencias adversas. Recordemos sólo a guisa de ejemplo los desastres a la fauna y flora marina causadas por los sucesivos accidentes en las plataformas de explotación Ixtoc 1 y 2 en Campeche en 1977-1978; del buque tanque Exxon Valdez en Alaska; del huracán Mitch en Centroamérica. Aun en años más recientes en México, por las inundaciones de Acapulco (Pauline), Puebla y Veracruz; los sucesivos encallamientos de buques tanques en isla Galápagos, Ecuador y en Pajaritos, Ver. El hundimiento de la plataforma mamut de extracción petrolera en Brasil ... etcétera.

De otra parte, con el desarrollo de las sociedades humanas éstas se orientan al mayor bienestar en términos de riqueza material. Las demandas humanas tienden a ser más complejas y variadas, conduciendo en la mayoría de los casos hacia una mayor degradación del medio ambiente y agotamiento de los recursos naturales.

En estos aspectos la ciencia y la tecnología tienen un gran papel que jugar y una gran responsabilidad en el tratamiento adecuado y correcto de estos problemas. Si queremos asegurar y mejorar el nivel y calidad de vida de la población debemos también asegurar la calidad y el bienestar de los ecosistemas en su conjunto. Ambos tienen una alta correlación y son interdependientes entre sí.

Para lograr lo anterior, debemos trabajar con el concepto y la filosofía del Desarrollo Sustentable, planteado por vez primera en 1987 por la Comisión Mundial para el Desarrollo y el Medio Ambiente. (WCED)<sup>3</sup>, mismo que posteriormente fue ampliado y adoptado en la Cumbre de Río 1992.

En el documento *Nuestro futuro común*, se establece que la satisfacción en cantidad y calidad de las necesidades presentes no debe afectar la posibilidad y habilidad para que las generaciones futuras satisfagan sus propias necesidades en igualdad de condiciones. Pero, como lo señala la bióloga Saldívar T. (2001), además al ser el género humano la especie con mayor capacidad para degradar su propio hábitat, este objetivo debe extenderse también a las otras especies (30 millones), si no queremos correr el riesgo de equivocarnos al definir la sustentabilidad sólo en términos del bienestar humano. Ello implica el incorporar las necesidades del hombre, respetando las posibilidades o capacidad de carga y de resiliencia de que dispone la naturaleza en su conjunto para atenderlas.

A fin de lograr la sustentabilidad debemos comprender la miríada de fenómenos y procesos que se dan en la interrelación hombre-naturaleza. De entender la conducta y comportamiento humanos, sus actividades y acciones antropogénicas que cambian, influencian y modifican el medio ambiente natural. En este contexto debemos medir el desempeño de los sistemas físicos y biológicos (la biota) a través de la óptica ambiental y

---

<sup>3</sup> El informe de esta comisión de las Naciones Unidas aparece bajo el título de *Our common future*.

cultural, de los sistemas económico y social; estos últimos por lo general son tomados en cuenta en los estudios convencionales de la economía ambiental.

Se trata de ofrecer un enfoque multi e interdisciplinario para tener una visión de conjunto de la relación hombre-naturaleza a efecto de entender la manera en que opera el paradigma de (*inter*) *sustentabilidad* que se da o logra en esa relación. A través de ese enfoque podemos aportar y analizar varias alternativas metodológicas que nos permitan tener una visión comprensiva sobre el tipo y carácter de sustentabilidad que buscamos.

### ¿CÓMO EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD?

Desde el informe generado por la WCED hace tres lustros, ha aumentado el nivel y grado de deterioro ecológico-ambiental, con el agravante de que muchos de los problemas socioeconómicos de la mayoría de la población del planeta tampoco han sido resueltos. Entre otros, el problema central arriba mencionado sobre el cambio climático ha empeorado. La reciente retirada y rechazo de los Estados Unidos del Protocolo de Kioto, firmado en 1997, muestra hasta qué grado los gobiernos hablan sobre compromisos de apoyar la sustentabilidad del planeta, pero sin que se reflejen en acciones concretas.

Las formas tradicionales de medir el desempeño de un país en términos económicos es a través del Producto Interno Bruto y del Producto Nacional Bruto. Con ser útiles estos conceptos sin duda son bastante limitados pues no permiten ver la complejidad de otros fenómenos referidos a las actividades humanas. Queremos por ello ofrecer otras alternativas de análisis.

*Analicemos a continuación las principales metodologías a efecto de medir el grado o nivel de sustentabilidad<sup>4</sup> de acuerdo al proyecto de investigación que nos ocupa.*

---

<sup>4</sup> De una industria, región o país.

### EL IDS

El capítulo 40 de la Agenda 21 hace un llamado para desarrollar indicadores para el desarrollo sustentable (DS).<sup>5</sup> En particular, pide a los países al nivel nacional, a los gobiernos y a las organizaciones no gubernamentales al nivel internacional formular el concepto de indicadores del DS con el objeto de identificarlos.

A su vez, la Comisión para el Desarrollo Sustentable (CSD) de la ONU ha enfatizado en la necesidad urgente de dichos indicadores, señalando que deben lograrse dentro de un programa que abarque varios años de trabajo.

De lo anterior se deriva que la calidad de vida, la educación y el proceso de participación de la sociedad civil está en los principios del DS, así como en estrategias tales como el Ordenamiento Ecológico del Territorio. Por ejemplo, podríamos hablar de la ordenación del territorio en la ciudad de México y en otros estados, lo que constituye una de las acciones fundamentales para alcanzar el DS. Pero para su instrumentación en el mediano plazo los gobiernos locales deben asumir tal empresa como un objetivo prioritario.

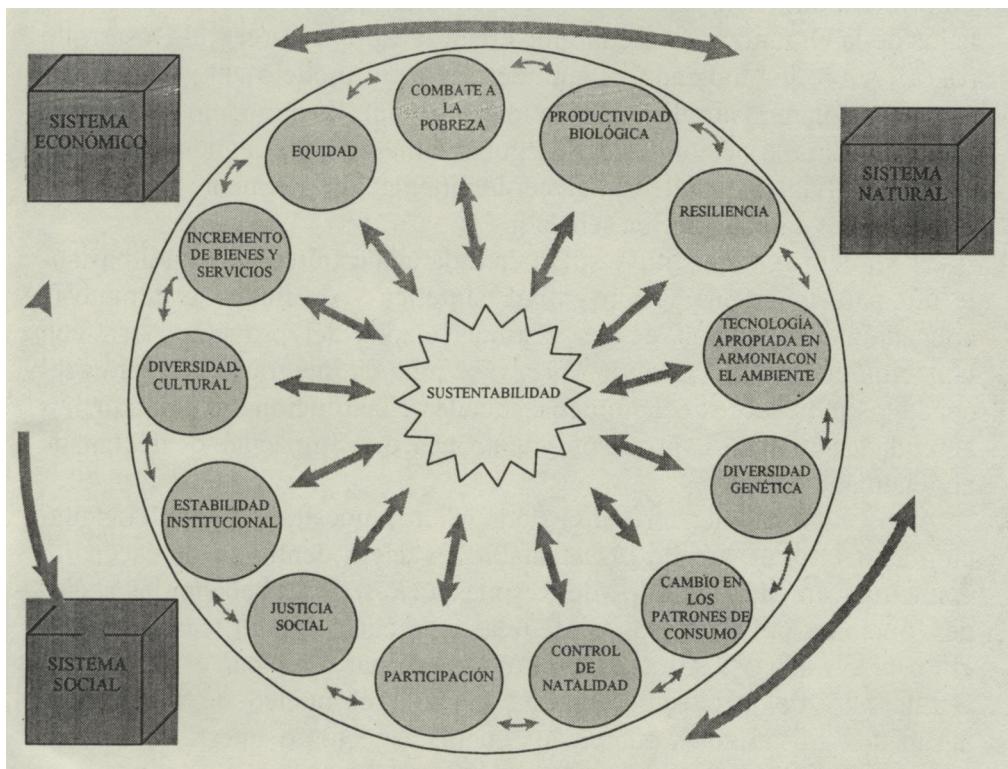
Como ya se señaló, el concepto de desarrollo sustentable significa impulsar un tipo de crecimiento económico que se centre en mejorar la calidad de vida de las personas a través de una distribución equitativa de la riqueza y los recursos, pero respetando el equilibrio ecológico y la capacidad de los recursos naturales de manera que perduren en el futuro. En otras palabras, se trata de procurar el *bienestar de la gente*, tanto de ésta como de las generaciones por venir, al mismo tiempo que se cuida el *bienestar de los ecosistemas* en el presente y en el futuro.

En el diagrama siguiente se puede observar como la interacción e interdependencia de los tres sistemas toman como eje la sustentabilidad:

---

<sup>5</sup> De acuerdo con la Comisión Brundtland, éste se define como aquel “desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. (UN, *op.cit.*)

FIGURA 1.  
*Sustentabilidad y su interacción con los diferentes sistemas*



El DS se refiere, pues, a la integración de cuestiones económicas, sociales y ambientales; de tal suerte que las actividades de producción de bienes y servicios deben preservar la diversidad, respetar la integridad funcional de los ecosistemas, minimizando su vulnerabilidad y compatibilizando a su vez los ritmos de recarga naturales (tasas de recuperación) con los de extracción requeridos por el propio sistema económico.

De entrada partimos del hecho que este paradigma, a pesar de sus deficiencias y críticas es aún inacabado y surge a manera de respuesta derivado del fracaso de un modelo de crecimiento económico y de desarrollo que no ha cumplido con los objetivos de bienestar y mejoría de la calidad y condiciones de vida de una buena parte de la población mundial.

### MODELO DE PRESIÓN – ESTADO-RESPUESTA (PER)

La primera dimensión del marco teórico en el que se estructuran los trabajos de la Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OECD) sobre los indicadores ambientales es el modelo PER, que hoy se emplea de manera amplia a escala internacional. Este modelo es bastante adecuado para la acción y gestión gubernamental ya que, además de ser claro y confiable, permite establecer la vinculación pertinente y necesaria entre las tres agendas arriba señaladas.

El Modelo PER constituye sin duda toda una estrategia integral bastante útil para tener una visión global, sintética y de interfase durante la aplicación y ejecución de las distintas etapas del proyecto. Así, con la noción de Presión (*Driving Forces*) se trata de integrar de manera adecuada los indicadores económicos, sociales e institucionales con aquellas actividades humanas, procesos y patrones que impactan o afectan de alguna manera en el DS.

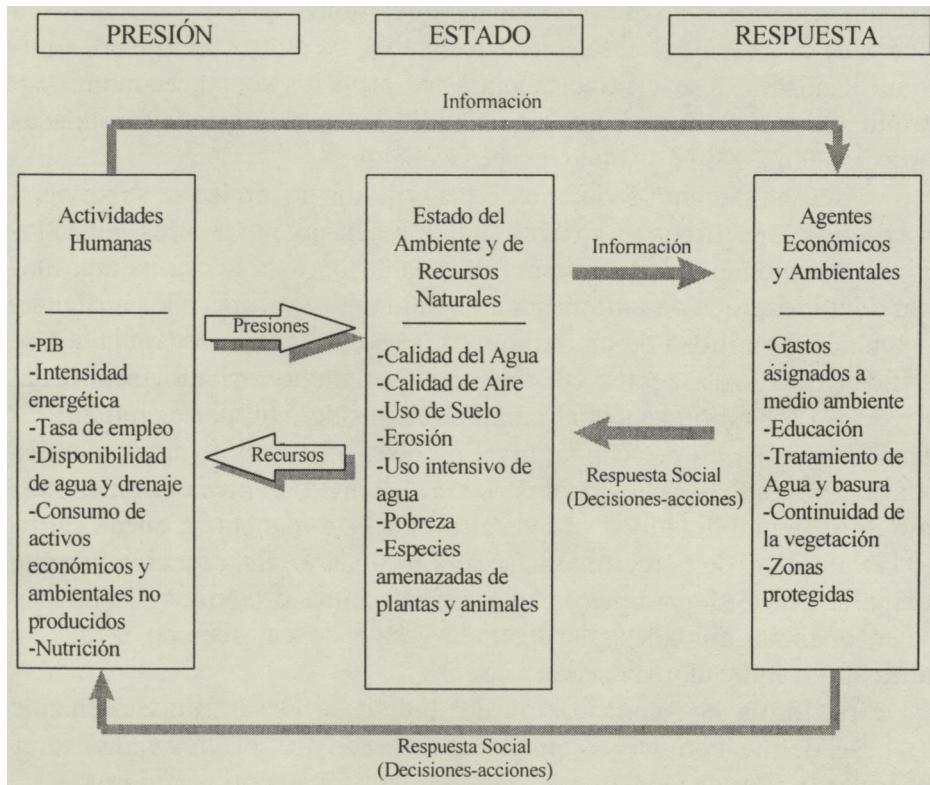
A su vez, los indicadores de Estado (*State*) muestran el estado o situación actual del desarrollo insustentable, es decir, dentro de un escenario contextual; mientras que los de Respuesta (*Response*) señalan las acciones, opciones políticas y otras medidas tendientes a modificar y cambiar el “estado” del DS. Aquí podríamos mencionar y ubicar el “escenario estratégico” del proyecto. De esta manera, el núcleo de indicadores agrupados en variables cubren los cuatro aspectos o interfaces del DS: económicos, sociales, ambientales e institucionales.

En la búsqueda de este difícil equilibrio señalado por la Agenda 21, la aplicación del método PER nos permite evaluar el grado de desempeño del DS a través de una batería de indicadores seleccionados del siguiente tipo:<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> *Op. cit.*, p. 43.

FIGURA 2.  
*Descripción de los distintos tipos de indicadores de acuerdo con el modelo Presión – Estado – Respuesta (PER)*



### EL ANÁLISIS CUANTITATIVO

Para integrar los indicadores arriba mencionados se seleccionó la metodología de atributos múltiples. La metodología de Teoría de Decisiones de Atributos Múltiples, desglosa el problema a analizar en un árbol de decisiones en el que el tronco principal se divide en criterios generales y éstos a su vez en criterios específicos o atributos que también pueden subdividirse. De esta forma, el problema a evaluar se fracciona en aspectos cada vez más específicos que son más sencillos de valorar.

Para el diseño del árbol de decisiones, el primer paso, fue definir los criterios generales, que en este caso fueron el económico, social y natural. A cada uno de los criterios generales se les debe asignar un factor de peso de acuerdo con la importancia que tomen dentro del tema, en el caso de la esfera del desarrollo sustentable, se otorga de manera equitativa el mismo peso e importancia a los aspectos social, económico y natural, de tal suerte que en este estudio las ponderaciones asignadas corresponden a 33, 33 y 34%, respectivamente.

En el paso siguiente cada uno de los criterios generales se subdividen en criterios específicos (o atributos), que precisamente son los indicadores que componen a cada sistema. A cada atributo se le asigna una función de utilidad que da uniformidad en unidades y valores a los atributos. La función de utilidad de un atributo es la escala de valores con la que se califican el o los aspectos considerados por dicho atributo, dentro del proyecto. La función asocia al parámetro considerado, por ejemplo, Producto Interno Bruto per cápita, nivel escolar, o calidad de agua, con una escala de valores adimensional de 0 a 1, (donde 0 expresa el grado más bajo de sustentabilidad y 1 el más alto). De esta manera se puede calificar la “utilidad” de la región que se está evaluando. Esta función permite comparar entre sí parámetros que pertenecen a diferentes sistemas y tienen distintas unidades. Es decir, la escala de valores con la que se califican los indicadores oscilan entre 0 y 1.

De tal forma la cuantificación del Índice de Desarrollo Sustentable (IDS), se define como el promedio ponderado de los tres indicadores generales (Criterios Generales), como se muestra a continuación:

- Económico ----- *A*
- Social ----- *B*
- Natural----- *C*

Los factores de peso de las ponderaciones, cumplen las siguientes reglas: La suma de los factores de peso de los criterios generales debe ser igual a 100, es decir si *A*, *B* y *C* son las ponderaciones de los criterios seleccionados, entonces:

$$A + B + C = 100$$

A su vez la suma de las ponderaciones de los indicadores específicos de cada uno de los criterios generales es también igual a 100, esto es:

$$\begin{aligned} a_1 + a_2 + a_3 + a_4 \dots a_n &= 100 \\ b_1 + b_2 + b_3 + b_4 \dots b_n &= 100 \\ &\dots \\ &\dots \\ n_1 + n_2 + n_3 + n_4 \dots n_n &= 100 \end{aligned}$$

Por tanto el IDS se define como :

IDS = Indice de Desarrollo Sustentable

$$IDS = \sum_{j=1}^3 FIG_j \cdot \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{n_j} VA_{ji} FI_{ji}$$

donde:

$FIG_j$  = Factor de peso del  $j$ -ésimo Indicador General.

$V_{aji}$  = Valor del  $i$ -ésimo Indicador específico del  $j$ -ésimo Indicador General.

$F_{iji}$  = Factor de peso del  $i$ -ésimo indicador específico perteneciente al  $j$ -ésimo Indicador General.

$n_j$  = Número de Indicadores específicos del  $j$ -ésimo Indicador General.

Si un indicador específico está subdividido en subindicadores específicos, entonces:

$$VA_{ji} = \frac{1}{100} \sum_{k=1}^{n_{ji}} VSI_{jik} FSI_{jik}$$

donde,

$VSI_{jik}$  = Valor del  $k$ -ésimo subíndicador específico del  $i$ -ésimo indicador específico que está debajo del  $j$ -ésimo indicador general.

$FSI_{jik}$  = Factor de peso del  $k$ -ésimo subíndicador específico perteneciente al  $i$ -ésimo indicador específico que está debajo del  $j$ -ésimo indicador general.

$n_{ji}$  = Número de subíndicadores específicos del  $i$ -ésimo indicador específico que está debajo del  $j$ -ésimo indicador general.

A modo de ejemplo de las funciones de utilidad que se diseñaron se muestra la asociada al atributo de PIB/ per cápita:

$$PIB \cdot per \ capita_{1995} = \frac{PIB_{dols \cdot precios \ de \ mercado}}{Poblacion} = 6134$$

donde,

PIB = Producto Interno Bruto del DF en dólares.<sup>7</sup>

PB = Población total del DF.

En suma:

*Producto Interno Bruto per capita (PIB)* = el valor de la producción interna por persona.

*Producto Nacional Bruto per capita (US\$)* = PIB + el ingreso neto que los residentes reciben del extranjero.

A continuación se muestra la fórmula de la función de utilidad que se propone para evaluar este indicador o atributo:

$$I_{PIB \cdot per \ capita} = \frac{PIB_{DF} - PIB_{MIN}}{PIB_{MAX} - PIB_{MIN}}$$

---

<sup>7</sup> PIB a precios corrientes.

$$\begin{aligned} 0, \text{ si } PIBDF \leq PIBmin \\ 1, \text{ si } PIBDF \geq PIBmax \end{aligned}$$

donde:

$I_{PIB}$  = Indicador de Producto Interno Bruto *per cápita*.

$PIBmin$  = 5 790 dólares (Polonia).

$PIBmax$  = 20 860 dólares<sup>8</sup> (OCDE).

El resultado obtenido para el  $I_{PIB}$  de 1995 es:

Sustituyendo,

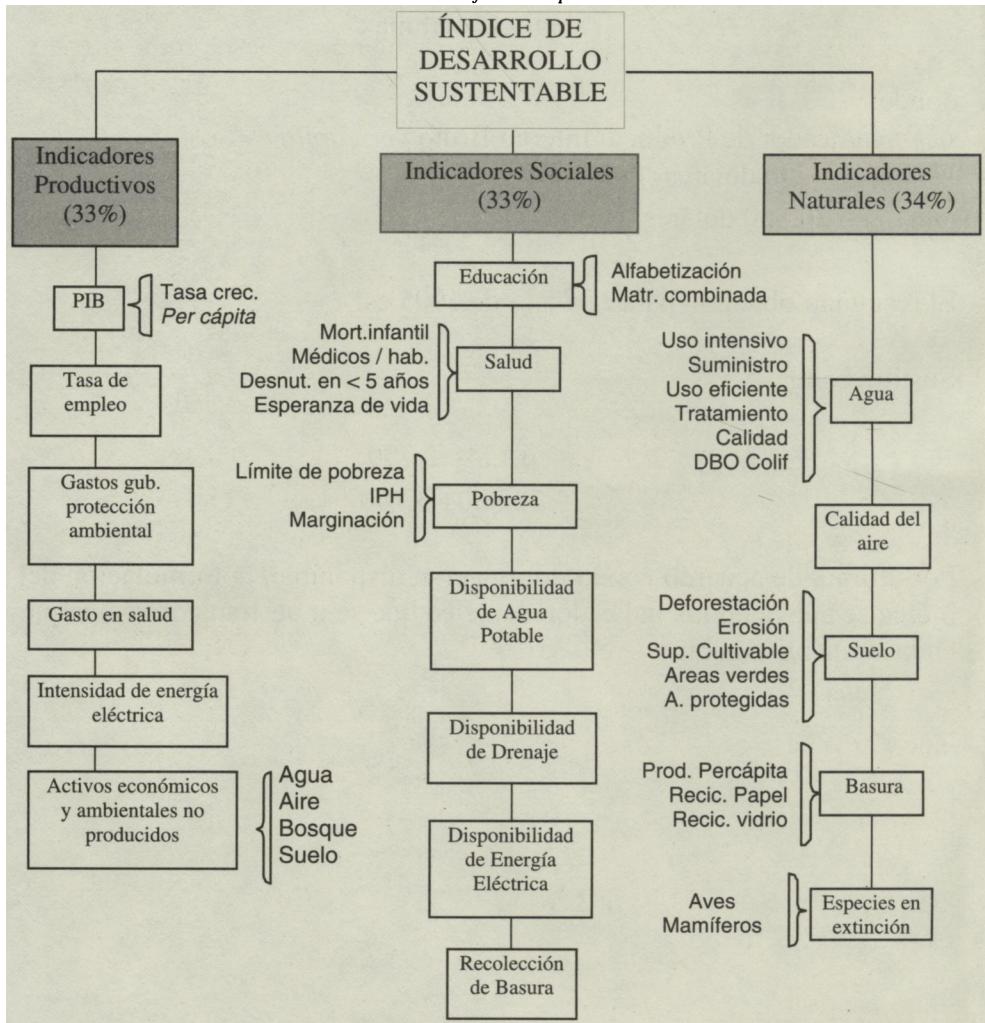
$$I_{PIB \cdot per \cdot cápita} = \frac{6,134 - 5,790}{20,860 - 5,790} = 0.02$$

Por último, de acuerdo con la información disponible, la formulación del índice se apoya en los indicadores núcleo que se muestran como ejemplo en la siguiente figura:

---

<sup>8</sup> El valor mínimo corresponde a la media de Polonia; el valor máximo es la media de los países OCDE, ambos para el año de 1996. Fuente OCDE, 1998. Análisis del desempeño ambiental México, Perspectivas, p. 42.

FIGURA 3.  
Árbol de interacción entre los diferentes tipos de indicadores



Entre los mayores objetivos al utilizar estos indicadores y sus variables respectivas está el de diseñar un modelo dinámico que permita a los encargados de la gestión ambiental definir los criterios y prioridades de ordenamiento y sustentabilidad, destacando tanto los elementos ecológico ambientales como los económicos y sociales. Dentro de estos últimos se estudian aquellos indicadores “de respuesta” que tienen que ver con los gastos gubernamentales en protección ambiental, la participación de las ONG’s y todo aquello referido a la organización social y su preocupación por el medio ambiente.

Se debe ir más allá de la definición de Brundtland sobre sustentabilidad, poniéndola en términos concretos y commensurables. Por ello, fijar objetivos claros y precisos nos permitirá el manejo de un proceso sustentable. En este sentido, la aplicación de criterios de medición que comparren la producción y el consumo humano con la disponibilidad limitada de recursos naturales, nos ayudará a fijar nuestra atención en los desafíos del desarrollo sustentable. (Wackernagel,1996). Importa subrayar que contar con información y estadísticas confiables; así como con parámetros de medición y comparación unificados facilitará la configuración y diseño de indicadores y del propio índice de sustentabilidad.

De acuerdo con este enfoque, la mayoría de los países altamente industrializados y urbanizados tiene un déficit ecológico tan grande como el ingreso natural sustentable generado por las tierras productivas dentro de sus fronteras.

Al utilizar este mismo enfoque *Redefining Progress* (2000) ha comprobado que una mayor presión sobre los recursos naturales es el resultado de altos niveles de consumo por parte de la población de los países desarrollados y no por la “sobrepoblación” de los países en desarrollo, si bien esta última también ejerce presión sobre los recursos naturales escasos. Acorde con esto, uno de los mayores desafíos para lograr un futuro sustentable es cambiar los patrones de consumo, particularmente en las zonas urbanas. Las ciudades tienden a crecer y la población demanda niveles de bienestar cada vez mayores. Con esta tendencia, el alto nivel de consumo alcanzaría el límite y el umbral de la capacidad de carga del planeta.

Por ello, en este aspecto, las conclusiones de la Comisión Brundtland deben hacer énfasis no sólo en la necesidad de superar la pobreza en los países en desarrollo, sino también en los aspectos redistributivos y en reducir los elevados niveles de consumo en los países avanzados (sobre todo del consumo suntuario, excesivo y de prestigio).

Existen otras formas de medir el progreso real. Una de ellas lo constituye el *Genuine Progress Indicator* (GPI) (Baker, 1999; *Redefining Progress*, 2000), o el aplicado por el Banco Mundial denominado *Genuine Saving Indicator* (Everett & Wilks, 1999). También un concepto bastante novedoso que debería ser considerado es el de *Living Planet Index* desarrollado por el Fondo Mundial para la Naturaleza: *World Wildlife Fund* (WWF, 2001). Con este método se mide cuánto se ha modificado durante las últimas décadas el planeta tierra. El índice considera los bosques, agua potable y los ecosistemas marinos. En el mismo no es raro encontrar cifras negativas.

### EL BARÓMETRO DE SUSTENTABILIDAD (BS)

El Barómetro de Sostenibilidad (BS) así definido por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN, 1998) es un concepto afín y cercano al IDS. En su formulación también se auxilia con el método PER. En un análisis para 180 países del orbe explican en qué consiste la metodología, las técnicas de evaluación y las herramientas. El criterio central se define bajo la metáfora o figura del huevo de la sostenibilidad, donde se ubican como un todo integrado los ecosistemas (la clara) y la gente, representada por la yema del huevo. Los indicadores pueden ser tantos cuantos haya disponibles; y se dividen en socioeconómicos (para medir el bienestar de la población), y naturales (para valorar el bienestar de los ecosistemas).

El núcleo central de su enfoque está definido bajo el concepto de Mapeo, Analítico, Reflexivo y Participativo de la Sostenibilidad (MARPS). La evaluación se realiza a través de tres componentes básicos: el diagnóstico, monitoreo y evaluación propiamente. Ambos llevados a la acción, más la reflexión hecha por los miembros de la comunidad bajo estudio.

El Barómetro puede usarse como herramienta de comunicación al concentrar la discusión en el significado e importancia tanto del bienestar humano como el bienestar del ecosistema, buscando el equilibrio y la relación entre ambos bajo el concepto de desarrollo sostenible (*ibid.*, p. 29).

Las herramientas de estudio son el Map Marker y el barómetro. Los resultados de este último se evalúan a través de una escala de rendimiento. Los puntos de la escala van de 0 a 100 y se estratifican en un *continuum* por sectores que van de bueno, adecuado, medio, pobre y malo. Cada estrato o sector equivale a 20 puntos de la escala. La función de ésta última es llevar a una unidad común de medida, en términos ya sea físicos o monetarios.

### *Metodología del BS*

La UICN a través de su equipo internacional de evaluación y el centro internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) desarrollaron en 1997 dicha herramienta. El BS proporciona una manera sistemática de organizar y combinar los indicadores de tal forma que los usuarios puedan valorar las condiciones de la gente y de los ecosistemas, así como los efectos de la interacción hombre-naturaleza.

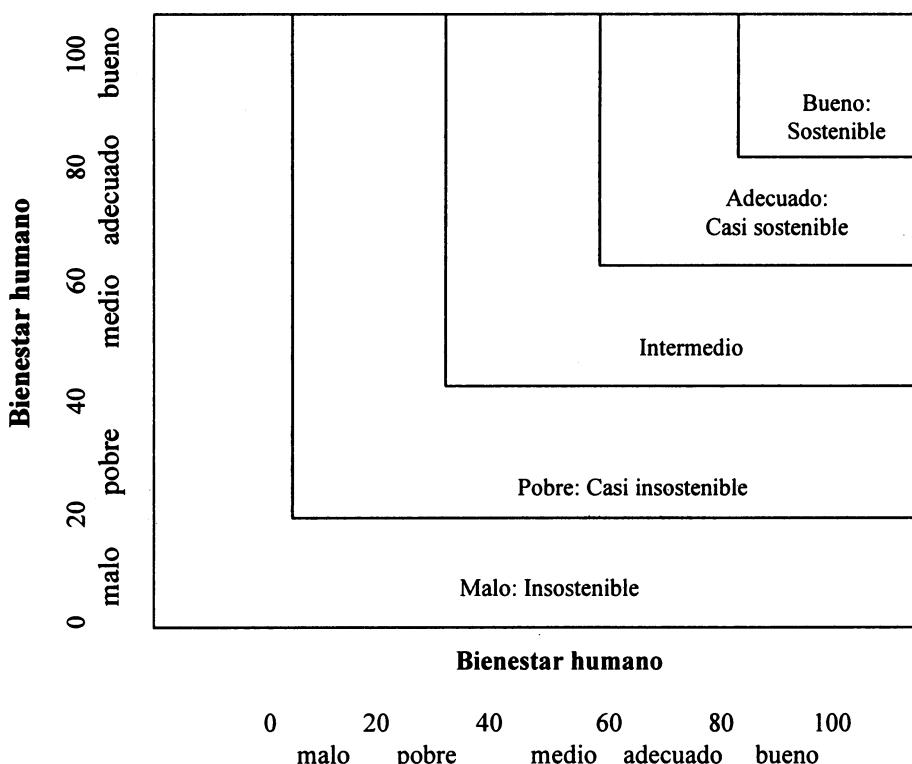
### *Funcionamiento*

El Barómetro posee seis características:

- 1) Es una escala de rendimiento, la cual combina indicadores a los que se asocia un valor de rendimiento, el cual puede ser aceptable o inaceptable con respecto al bienestar humano o a los ecosistemas. Este valor mide qué tan bueno es algo en función de sus propiedades, fijando cotas en una escala para definir lo mejor y lo peor.
- 2) La escala tiene dos ejes, uno es para el del bienestar humano y el otro para el del ecosistema, cuya intersección proporciona una lectura integral sobre el bienestar general y el progreso hacia la sostenibilidad.
- 3) Un resultado bajo o pobre en uno de los ejes, anula un resultado en el otro eje, con ello se asegura que se le está dando la misma importancia a la gente y al ecosistema.

- 4) La escala de 0 – 100 del BS, como se señaló, se divide en cinco sectores de 20 puntos cada uno, más una base de cero, de esta manera no sólo se definen los puntos extremos, lo que sólo daría como resultado el comparar una sociedad con otra, ya que el interés es saber si está o no progresando.
- 5) El usuario del BS debe enunciar explícitamente sus supuestos sobre el significado de cada indicador de bienestar humano y del ecosistema para lograr una adecuada definición de los sectores de la escala y de los niveles de logro que se consideran ideales, deseables, aceptables, inaceptables o desastrosos.
- 6) Utiliza cálculos simples en la conversión de los resultados de los indicadores a la escala del Barómetro.

Una de las virtudes del BS es que muestra de manera gráfica, sencilla y bastante comprensible, los resultados globales de medición. Generalmente en el eje de las abscisas se muestra el bienestar de los ecosistemas y en el eje de las ordenadas el bienestar de la población.



Las fórmulas utilizadas para la obtención de los datos de los ejes son:

$$Ecosistema = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^m \left( \sum_{k=1}^q x_{ijk} \omega_{ijk} \right) \omega_{ij} \right] \omega_i$$

$$Humanos = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^m \left( \sum_{k=1}^q y_{ijk} \alpha_{ijk} \right) \alpha_{ij} \right] \alpha_i$$

## RESULTADOS Y APLICACIONES

La aplicación de este método se realizó en Zimbawe, donde los investigadores de apoyo ayudaron a los campesinos a definir sus propias categorías y calificaciones para los diferentes niveles de bienestar humano y del ecosistema, para después proseguir con más detalle evaluando su condición y el estado del ecosistema. Al final de la evaluación revisaron su posición en el Barómetro. Las posiciones en los dos ejes no se calcularon pero si se estimaron cualitativamente.

Bondades:

- El BS puede usarse para comparar dónde se sitúan las personas que se encuentran en términos de ecosistema y bienestar humano, y dónde los ubicarían las instituciones gubernamentales.
- Una de las virtudes del BS es que muestra de manera gráfica, sencilla y bastante comprensible, los resultados globales de la medición. Generalmente en el eje de las abscisas se muestra el bienestar de los ecosistemas y en el eje de las ordenadas el bienestar de la población.
- Los resultados y el análisis en conjunto permitirán que los tomadores de decisiones y la población saquen conclusiones acerca de sus condiciones y las del ecosistema, de sus principales interacciones con éste, así como las acciones prioritarias.

### Desventajas:

- La lectura que proporciona el Barómetro es simplemente un medio para alcanzar un fin, no un fin en sí mismo. Su propósito es estimular a las personas que presten más atención a los aspectos implícitos. En consecuencia, es necesario acompañar los resultados del Barómetro con un análisis de los aspectos clave. Los resultados y el análisis en conjunto permitirán que los políticos, funcionarios gubernamentales y público saquen conclusiones acerca de las condiciones de las personas y del ecosistema, de las principales interacciones entre las personas y el ecosistema y las prioridades de acción.
- La evaluación involucra valores y juicios acerca del modelo del sistema y de la meta, desde las decisiones acerca de la agregación hasta la interpretación de los indicadores.
- Finalmente, el BS puede usarse para comparar cuál es el lugar donde perciben las personas que se encuentran en términos de ecosistema y bienestar humano, así como el lugar dónde los ubicarían las instituciones gubernamentales de acuerdo a los datos convencionales disponibles.<sup>9</sup>

### EL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL (ESI) SEGÚN EL WEF

No debemos olvidar que indicadores, datos y cifras representan sólo la materia prima y que con su sola aplicación *no* es suficiente para lograr mejores desempeños de sustentabilidad. Por ello es necesario contribuir para crear una visión holística sobre las causas y efectos que tales indicadores representan. Quizá un ejemplo de esta visión omnicomprensiva es el Environmental Sustainability Index (ESI)<sup>10</sup> empleado por el World Economic Forum (WEF, 2001). Este índice identifica 22 indicadores núcleo que contribuyen a explicar la presencia o no de sustentabilidad ambiental en áreas tales como: calidad del aire urbano, salud pública general y regulación estatal del medio ambiente.

Se miden estos aspectos con el apoyo de 67 variables diferentes; entre ellas: niveles de dióxido de azufre en la atmósfera de las ciudades, muertes asociadas a esquemas de salud y sanidad deficientes, porcentaje de

<sup>9</sup> *Op. cit.*, p. 29.

<sup>10</sup> Developed by the Earth Institute's Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) at Columbia University, the Yale University Center for Environmental Law and Policy and the Global Leaders for Tomorrow Environment Task Force of the World Economic Forum (CIESIN, 2001).

área natural protegida ... Sin embargo, de acuerdo con Loh (2001), este índice “*does not recognize that there are limits to the productivity of the earth's ecosystems which we must respect in order to sustain our livelihoods. This ignorance of our environmental impacts beyond our borders is the reason for the failure of sustainable development over the last 30 years.*”

A continuación se presenta una síntesis de la metodología empleada para calcular dicho índice:

#### CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL O ESI

El Índice de Sustentabilidad Ambiental mide a través del uso de la distribución normal qué tan bien o mal se encuentra un país respecto al conjunto de países analizados. Se calcula utilizando 67 conceptos,  $\alpha_i$ , agrupados en 22 indicadores,  $Z_k$  pertenecientes a 5 categorías. Los conceptos  $\alpha_i$  se normalizan, denominando al concepto normalizado  $\omega_j$ . La función para calcular estos conceptos está determinada como sigue:

$$\omega_j = \begin{cases} \frac{\alpha_i - \bar{\alpha}}{\sigma} \\ \frac{\alpha - \alpha_i}{\sigma} \end{cases}$$

Si conforme aumenta  $\alpha_i$  aumenta la sustentabilidad, se aplica el primer término de la función. Si conforme aumenta  $\alpha_i$  disminuye la sustentabilidad se aplica el segundo término de la función.  $i$  y  $j$  son el número de entidades analizadas

Los indicadores  $Z_k$  se calculan como la media de los indicadores  $\omega_j$  pertenecientes a cada categoría:

$$Z_k = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \omega_j$$

Los indicadores  $Z_k$  forman parte de cinco categorías, pertenecientes a sistemas ambientales, reducción de impactos, reducción de la vulnerabilidad humana, capacidad social e institucional y compromiso global, las cuales contemplan:

Sistemas ambientales: Calidad del aire, calidad del agua, cantidad de agua, biodiversidad y sistemas terrestres. (5)

Reducción de impactos: Reducción de la contaminación del aire, reducción del uso de agua, red. de impacto a ecosistemas, red. De consumo y generación de basura, red. de explosión demográfica. (5)

Reducción de la vulnerabilidad humana: Mantenimiento de necesidades básicas y salud ambiental. (2)

Capacidad social e institucional: Ciencia y tecnología, Capacidad de debate, Regulación y administración, responsabilidad del sector privado, información ambiental, ecoeficiencia, reducción de distorsiones al público. (7)

Participación global: Compromisos internacionales, participación y soporte monetario a nivel global y protección al patrimonio internacional en materia ambiental. (3)

Caso:

Calidad del aire, considera  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  y  $\text{TSP}$ . (ton/cápita\*año)

Para México los valores son de 130, 74 y 279, respectivamente.

Las distribuciones para cada contaminante son

$\sim N(47.7, 26.24)$  para  $\text{NO}_x$ ,  $n = 51$

$\sim N(30.45, 35.23)$  para  $\text{SO}_x$ ,  $n = 51$

$\sim N(108.26, 89.54)$  para  $\text{TSP}$ ,  $n = 51$

Como mayores niveles de contaminantes significan menor sustentabilidad, el indicador  $\omega$  se obtiene restando el valor para cada contaminante de su media y dividiendo por la desviación estándar.

$$\omega_{\text{NO}_x} = -3.87$$

$$\omega_{\text{SO}_x} = -1.53 \text{ El indicador } Z_{\text{calaire}} = -2.58$$

$$\omega_{\text{TSP}} = -2.34$$

Para cada uno de los 22 indicadores se obtiene un número  $Z_K$ .

Para México el promedio de los 22 indicadores es de -0.1163.

Con los datos de los demás países y tomando sus promedios de indicadores como una distribución normal, el valor para México corresponde a un área de 0.453 en la distribución, de ahí se obtiene el valor de 45.3 del análisis.

*Ventajas del análisis:* Permite de una manera muy sencilla y práctica estimar indicadores estandarizados para realizar análisis comparativos en un gran número de entidades.

*Desventajas:* Se requieren por lo menos 30 entidades para poder utilizar la distribución normal.

## CONCLUSIONES

En la neosíntesis de las tres metodologías arriba expuestas se infiere que éstas comparten muchos elementos y objetivos comunes. Lo distintivo en ellas es su fuerte carácter inter y multidisciplinario.<sup>11</sup> Se muestra que tales metodologías, sobre todo la del IDS, incorporan la especificidad de la valoración económica de los activos ambientales y los recursos naturales; los costos de su degradación y agotamiento. También están presentes la problemática social, de la salud, las condiciones de vida, del ingreso, etc., así como los impactos y el estado del sistema natural. En suma, consideramos de alta importancia el desarrollar estos métodos de medición, en oposición a los enfoques reduccionistas y unidimensionales, que muchas veces son utilizados por los economistas modernos y convencionales que ven el bienestar de las personas como una mera función del aumento del consumo, independientemente de su calidad y de las consecuencias paralelas que provocan en términos de costos y externalidades ambientales negativos.

---

<sup>11</sup> Sólo para darnos una idea de la importancia de ello podemos citar el ejemplo del proyecto de la Unión Europea (UE) para medir los costos externos del uso de energía desarrollado entre 1991 y el año 2000, que incorporó más de 50 grupos multidisciplinarios de investigación, tanto de la UE como de Estados Unidos. (De Nocker,2000).

En todo caso, la combinación de la valoración económica con los indicadores de sustentabilidad expresan hoy una novedosa contribución y estrategia para un conocimiento holista de la realidad, misma que debería ser contemplada en el *pensum* y los programas de estudio de la ciencia económica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baker, Linda, "Real Wealth", in *E Magazine*, mayo-junio de 1999, pp. 37-41
- Barrera Roldán Adrián, *et. al.*, *Diseño y evaluación de indicadores de sustentabilidad. Reporte interno*, IMP, México, agosto de 1997, p. 59.
- Center for International Earth Science Information Network (CIESIN). Environmental Sustainability Index. <http://www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI/>, (03/16/2001)
- Clarke, Robin, "Water Scarcity," in *Water* Edited by MIT Press, 1993, pp. 1-64.
- Davis, Adam I., "The Case for Investment in Waste Reduction", from a white paper developed while author was director of business development for Waste Management, Inc., noviembre de 1993.
- Everett & Wilks, The World Bank's Genuine Saving Indicator, A Useful Measure of Sustainable Development?, Project Bretton Woods, Bristol UK, 1999.
- Hammond, Allen, L., "Cities and the Environment", in *World Resources, A Guide to the Global Environment*, Oxford University Press, 1996, pp. 1-30.
- , "City and Community: Toward Environmental Sustainability", in *World Resources, A Guide to the Global Environment*, Oxford University Press, 1996, pp. 125-147
- Harrison, Paul, ex and the Single Planet: Need, Greed, and Earthly Limits. in Goldfarb T. (ed) *Taking Side, Clashing Views on Controversial Environmental Issues*, Connecticut, 9th ed. McGraw-Hill, 2001, pp. 118-124.
- Hawken, Paul, "Natural Capital", in *Mother Jones*, marzo-abril de 1997, pp. 40-60.
- Jiggins, Janice, "Adaptive Management: Potential and Limitations for Ecological Governance," in *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, vol. 1, núm. 1, 2000.

- Leo De Nocker, *et al.* "European Extern Projects for Assessment of Environmental Impacts and External Costs of fuel cycles", Vito-Flemish Institute for Technological Research, Belgium, Conference, Mexico City, septiembre de 2000.
- Loh, Jonathan, "Davos Fiddles Figures - World Economic Forum 'Statistical Abuse' Attacked for Defending us Pollution", enero 26, 2001. <http://www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI/>
- Lovins, Amory B., Hunter L. Lovins, and Paul Hawken, "A Road Map for Natural Capitalism", in *Harvard Business Review*, mayo-junio de 1999, pp. 145-159.
- McAdams, Alan. and Norman Scott, *Sustainable Development Seminar*, Cornell University, primavera de 2000.
- McDonough, William, "Design, Ecology, Ethics, and the Making of Things," from a Sermon Delivered at The Cathedral of SL John the Divine in Nueva York, febrero 7 de 1993.
- McDonough, William and Michael Braungart, "The Next Industrial Revolution," in *The Atlantic Monthly*, octubre de 1998, pp. 82-92.
- Moor, Lappe, *World Hunger*, Grove press, 1998.
- Rees, William and Mathis Wackernagel, "Urban Ecological Footprints: Why Cities Cannot be Sustainable and Why They are a Key to Sustainability", in *Environ Impact Assessment Rev*, 1999, pp. 223-248.
- , Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: Measuring the Natural Capital Requirements of the Human Economy. In A-M. Jansson, M. Hammer, C. Folke, and R. Costanza (Eds.), *Investing in natural capital*, 1994.
- , The Ecological Economics Approach to Sustainability, pp. 362-390. Washington: Island Press.
- , Redefining Progress: (03/16/2001) [http://www.rprogress.org/progsum/nip/gpi/gpi\\_main.html](http://www.rprogress.org/progsum/nip/gpi/gpi_main.html)
- Rifking, Jeremy and Kimbrell, Andrew, "The Dangers of Playing God", in *Third World Resurgence*, octubre de 1993, num. 38, pp. 6-7.
- Saldívar, A., *et.al.*, "De la economía ambiental al desarrollo sustentable", (Ed) Facultad de Economía: Programa Universitario del Medio Ambiente, México, UNAM, 1998.

- Saldivar Tanaka, Laura, "Accounting for a Sustainable Future?", Paper, mimeo. Cornell University, Ithaca, Nueva York, marzo de 2001.
- Stauber, K. N., "The futures of agriculture", *American Journal of Alternative Agriculture*, 9-1 & 2, 1994, pp. 9-15.
- Tabb, Phillip, *Solar Energy Planning a Guide to Residential Settlement*. McGraw-Hill, 1984, pp. 1-9, 161-184, 200-212.
- World Wilde Fund, "Living Planet Report 2000", 2001, <http://www.panda.org/livingplanet/lpr/flash.htm> (03/16/2001)
- Unión Mundial Para la Naturaleza, "Programas de estrategias para la sostenibilidad", preparado por Robert Prescott-Allen, Victoria British Columbia, Canadá, 1998.
- UN, United Nations, The Global Partnership: for Environment and Development. United Nations, Nueva York, 1993.
- Wackernagel, M. & W. Rees, *Our Ecological Footprint: How Much Nature do They Use?, How Much Nature do They Have?*, Center for Sustainability Studies, New Society Publishers, Canadá, 1996.
- World Wilde Fund, "Living Planet Report 2000", 2001, <http://www.panda.org/livingplanet/lpr/flash.htm> (03/16/2001)
- Young, Robert F., "The Ecological Origins of Cities," in *Colloqui*, Cornell University, 1997. pp. 3-8.