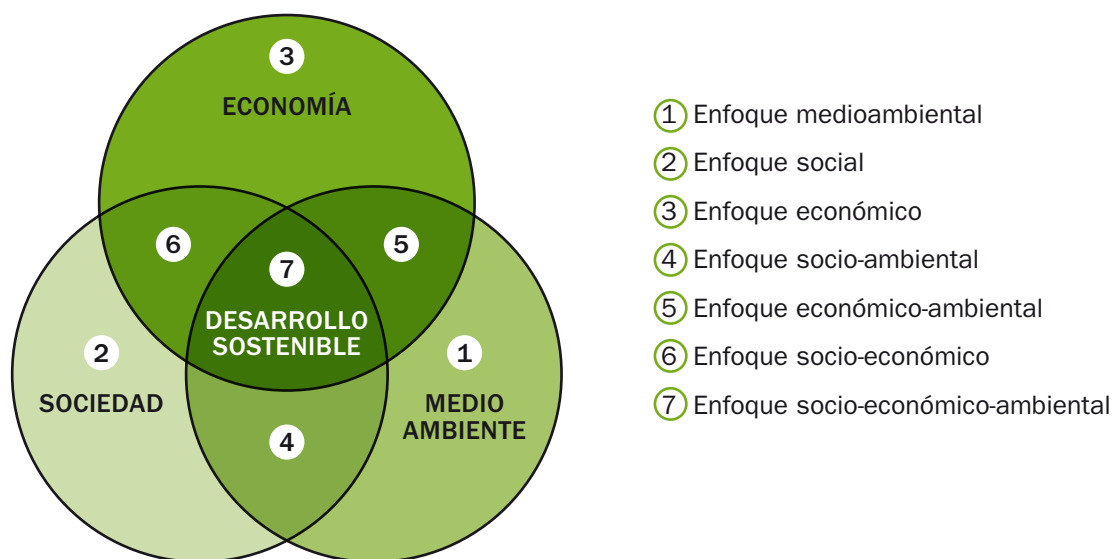


## 4.1 INTRODUCCIÓN

Esta sección tiene por objeto presentar los distintos enfoques o aproximaciones que se han aplicado a los indicadores de sostenibilidad y medio ambiente, a partir de una revisión de los diversos indicadores y sistemas de indicadores al uso.

La taxonomía clásica de indicadores de Desarrollo Sostenible diferencia entre indicadores ambientales, sociales (o socio-políticos) y económicos (Hanley, Moffat, Faichney, & Wilson. 1999). Sin embargo, en el capítulo que se presenta, se ha tratado de abundar en una nueva clasificación de indicadores, fundamentada en la casuística de intersección entre los ámbitos de la sociedad, el medio ambiente y la economía. Por tanto, se ha tomado como modelo de ordenación de los distintos enfoques la figura 4.1, basada en el concepto de Desarrollo Sostenible como confluencia entre el medio ambiente, la economía y la sociedad.

Figura 4.1 Aproximaciones o enfoques a los indicadores de sostenibilidad y medio ambiente



Fuente: Elaboración propia

## 4.2 ENFOQUE MEDIOAMBIENTAL

---

### 4.2.1 Bioindicadores y geoindicadores

---

Los **indicadores de la naturaleza** (*nature indicators*) se definen como factores bióticos y abióticos que sirven para la monitorización de la naturaleza, proporcionando medidas sustitutivas de datos primarios del medio y sobre la calidad de los ecosistemas (Ministry of Environmental and Energy. 1995). Los bioindicadores y geoindicadores son por tanto indicadores con entidad física real, presentes en la naturaleza. En el primer caso, los bioindicadores tienen por objeto las especies biológicas con capacidad indicadora. En el segundo caso, geoindicadores, su objeto consiste en lo que podríamos llamar “especies inertes”, por ejemplo formaciones geológicas y geomorfológicas con potencial indicador o procesos como fluctuaciones de glaciares, dinámica de las aguas subterráneas, dinámica de formaciones coralinas o sismicidad.

Cada planta es una medida de las condiciones en las que vive (Clements. 1920). Sin embargo, no todas las plantas ni los animales están provistos de la misma potencialidad indicadora. La fitosociología y la zoogeografía han empleado y diferenciado especies claves en determinados conjuntos o comunidades biogeográficas como distintivas de éstas, y asociadas normalmente a unos determinados patrones de condiciones ambientales.

El uso de especies bioindicadoras para estudiar la contaminación se basa en que dichas especies muestran una sintomatología específica ante la presencia de un determinado contaminante, o por su carácter bioacumulador de determinados sustancias contaminantes, por ejemplo, metales pesados.

Para que una especie pueda ser considerada como bioindicadora respecto a la contaminación, tiene que cumplir al menos dos requisitos:

- Mostrar síntomas específicos tras su exposición a determinados contaminantes.
- Ser muy sensible a dichos contaminantes.

Existen diversos índices para estudiar los bioindicadores. Para líquenes epífitos se han desarrollado los denominados **Índices de Pureza Atmosférica** (Instituto de Estudios de la Energía. 1994), basados en la frecuencia y cobertura de las especies presentes en el área de estudio.

Un **Índice de Integridad Biológica** (*IBI: Index of Biological Integrity*) es un índice basado en biomonitorización dirigido a medir la integridad biológica o grado de influencia humana existente en los ecosistemas. Un ejemplo es el Índice de Integridad Biológica de invertebrados acuáticos (B-IBI) (Bennett. 2001). Para ello los valores del índice se comparan con los valores estimados en arroyos no perturbados de tamaño similar en la misma región geográfica para un conjunto de indicadores a los que se les asigna el valor de 5, 3 o 1, según el grado de desviación respecto a las condiciones de referencia no perturbadas. Los indicadores son sumados mediante el índice IBI, que varía entre 9 y 45.

Los **geoindicadores** son medidas de fenómenos y procesos geológicos que ocurren en la superficie de la Tierra o próximos a la misma, y que están sujetos a cambios que son significativos para la comprensión del cambio ambiental sobre periodos de 100 años o menos (Berger. 1966). Sirven asimismo para la investigación paleoambiental de tendencias pasadas en largos periodos de tiempo, y han sido desarrollado desde la geología, la geoquímica, la geofísica, la geomorfología, la hidrología y otras ciencias de la Tierra.

Si bien estudiamos por separado los bioindicadores y los geoindicadores, lo cierto es que en la

naturaleza interaccionan y por lo tanto su estudio integrado reviste interés. Así, la dinámica de marismas y estuarios son indicadoras de las condiciones ambientales de las cuencas hidrológicas que las alimentan, lo cual las convierten en excelentes indicadores sintéticos tanto del ambiente litoral cercano (interfase tierra-mar) como de los territorios que constituyen las cuencas hidrológicas tierra adentro, que incluyen tanto geoindicadores como bioindicadores.

Una diferencia entre los bioindicadores y los geoindicadores radica en su escala y tasa de cambio. Normalmente, los geoindicadores contienen información sobre grandes escalas temporales y muestran velocidades de cambio menores que los bioindicadores.

#### 4.2.2 Índice del planeta vivo

---

El Índice del Planeta Vivo (*Living Planet Index*) es un indicador agregado que mide el estado general de los ecosistemas de la Tierra, a partir de la media entre tres subíndices (WWF. 2002):

- 1) Índice de población de especies forestales: mide la tendencia de las poblaciones de 282 aves, mamíferos y reptiles que habitan en los ecosistemas forestales de todo el mundo.
- 2) Índice de poblaciones de especies de aguas continentales: refleja las poblaciones de 195 especies de aves, mamíferos, reptiles, anfibios y peces de lagos, ríos y zonas húmedas.
- 3) Índice de especies de poblaciones de especies marinas, incluyendo 217 especies de aves, mamíferos, reptiles y peces de ecosistemas marinos y costeros.

El Índice del Planeta Vivo ha descendido en torno a un 37% entre 1970 y 2000 en el planeta; un 15% el Índice de población de especies forestales, un 54% el Índice de poblaciones de especies de aguas continentales y un 35% el Índice de especies de poblaciones de especies marinas. Las zonas tropicales y templadas meridionales son las que están perdiendo diversidad a mayor ritmo (WWF. 2002).

#### 4.2.3 Índice de capital ecológico

---

El **Índice de Capital Ecológico** (*Ecological Capital Index*) es un indicador del estado de los ecosistemas aplicado en Holanda (van der Perk & De Groot. 2000) definido por el producto de la superficie de los distintos ecosistemas por la calidad de los mismos, estimados a partir de criterios cualitativos, tales como representatividad y tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o de especies clave. El método no describe niveles críticos de las variables empleadas, lo cual implica que no fija unos auténticos criterios de sostenibilidad ecológica.

#### 4.2.4 Apropiación humana de la producción primaria neta

---

La producción primaria neta es la cantidad de energía química producida por las plantas a través de la fotosíntesis. La apropiación humana de la producción primaria neta (*human appropriation of net primary production: HANNP*) trata de medir el flujo energético que es desviado de las cadenas tróficas de los ecosistemas por causas humanas (Vitousek, Ehrlich, Ehrlich, & Matson. 1986). Este autor estimó que en torno a un 40% de la producción primaria neta de los ecosistemas terrestres era apropiada por el hombre.

La apropiación humana de la producción primaria neta se define como la diferencia entre la producción primaria neta de la vegetación natural potencial y la cantidad de producción primaria neta que

permanece tras la recolección por causas humanas (Krausmann. 2001).

La apropiación humana de la producción primaria neta ha sido estudiada para Austria (Haberl, Erb, & Krausmann. 2001a; Haberl, Erb, & Krausmann. 2001b; Krausmann. 2001) y Escocia (Hanley, Moffat, Faichney, & Wilson. 1999). Pese a que este indicador fue ideado para evaluar el grado de capacidad de carga sustraído por el hombre, el estudio realizado entre 1830 y 1995 para Austria arroja un resultado inesperado, ya que aprecia un descenso significativo del indicador durante este periodo. Ello es posible, según los autores del estudio, a un aumento significativo de la productividad agrícola, fuertemente subsidiada mediante energía fósil.

El estudio realizado para Escocia (Hanley, Moffat, Faichney, & Wilson. 1999) muestra una ligera mejora en el periodo 1980-1993 para la ratio Consumo (valor calorífico del consumo de alimentos más consumo energético de combustibles fósiles)/Productividad Primaria Neta. Los autores del estudio entienden que un país que no supera la unidad en esta ratio es sostenible respecto a este indicador. Sin embargo, el concepto de sostenibilidad empleado es muy angosto; se reduce a la producción biológica exclusivamente. Por otra parte, si todos los países optaran por ratios en torno a uno, según este criterio las naciones serían sostenibles, aún cuando el planeta pudiera no serlo, ya que ignora medidas para la protección de la biodiversidad e integridad de los ecosistemas.

#### 4.2.5 Índice de vulnerabilidad ambiental

---

El Índice de Vulnerabilidad Ambiental (*Environmental Vulnerability Index: EVI*) es un índice dirigido a evaluar la vulnerabilidad de territorios insulares. Incluye tres subíndices (Kaly, Briguglio, Pratt, McLeod, Schmall.S., & Pal. 1999; Kaly & Pratt. 2000):

- 1) Subíndice de exposición al riesgo, que mide la frecuencia, y cuando es posible, la intensidad de riesgos potenciales (por ejemplo, número de días en los últimos cinco años en los que los máximos vientos registrados son mayores de un 20% que la máxima media para cada mes, número de volcanes con potencial de erupción mayor de 4 según el índice de explosividad volcánica). Otros riesgos que contemplan son los relativos a tsunamis, plagas, etc).
- 1) Subíndice de resiliencia intrínseca, referido a la capacidad endógena para cubrir los riesgos (ejemplo: grado de aislamiento, porcentaje de costa con sedimentos no consolidados).
- 1) Subíndice de degradación ambiental: se fundamenta en que cuanto más degradados se encuentran los ecosistemas mayor es su vulnerabilidad. Indicadores de este tipo son el número de especies introducidas /km<sup>2</sup> desde 1900 o el número de especies amenazadas/km<sup>2</sup>.

#### 4.2.6 Indicadores de desempeño o comportamiento ambiental

---

El comportamiento medioambiental se refiere a los resultados obtenidos en la gestión de los aspectos medioambientales de una organización, entendiéndose por aspecto medioambiental a “elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente” (AENOR. 2003). Los indicadores de desempeño o comportamiento medioambiental (*Environmental Performance Indicators: EPIs*) son medidas de la capacidad de las empresas para proteger el medio ambiente y describen el modo en que una organización gestiona sus impactos ambientales (Johnston & Smith. 2001).

La Norma **ISO 14.031** diferencia entre **indicadores de gestión medioambiental**, que proporcionan información sobre los esfuerzos de gestión realizados para actuar sobre el comportamiento medio-

ambiental de una empresa (por ejemplo, horas de formación ambiental), **indicadores de comportamiento operacional**, que aportan información sobre el comportamiento medioambiental de las operaciones de una organización (caso de las emisiones de un determinado contaminante, como el SO<sub>2</sub>), e **indicadores de situación medioambiental**, que arrojan información específica sobre la condición local, regional, nacional o global del medio ambiente en relación con la compañía (ejemplo: niveles de ruido percibido por la población circundante a una industria).

En la práctica, es frecuente que las organizaciones tiendan a establecer indicadores basados en distancia a objetivos de comportamiento. En los **Sistemas de Gestión Medioambiental (SIGMA)**, según la norma UNE-EN ISO 14.001 se entiende por **objetivo medioambiental** a fin medioambiental de carácter general, que tiene su origen en la política medioambiental que una organización se marca a sí misma, y que está cuantificado siempre que sea posible. Esta norma define por **meta medioambiental** al requisito detallado de actuación, cuantificado cuando sea posible, aplicable a la organización o parte de la misma, que proviene de los objetivos medioambientales y que debe establecerse y cumplirse en orden a alcanzar dichos objetivos (AENOR. 1999). Según esto, la meta medioambiental no es sino una acción concreta de actuación necesaria para cumplir un objetivo general.

Un requisito esencial de los Sistemas de Gestión Medioambiental es demostrar que cumplen con la legislación medioambiental y están insertos en un proceso de mejora ambiental continua. Por esta razón, los indicadores ambientales y de cumplimiento legislativo suelen formar parte de estos sistemas. De forma añadida, el Reglamento 761/2001 (DOCE. 2000) por el que se permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS), establece que las organizaciones podrán utilizar indicadores de comportamiento medioambiental, velando por que la información medioambiental de la organización sea pública, a través de la figura de la **declaración medioambiental** de la compañía.

Este punto conecta directamente con el ámbito de los informes o *reports* medioambientales de las empresas; instrumentos de comunicación ambiental del comportamiento ambiental de las organizaciones, que presentan la información en forma de indicadores de desempeño ambiental. A su vez, existen *ranking* o *ratings* medioambientales que con arreglo a una serie de criterios asignan una puntuación, de tal suerte que el resultado final es un listado de las compañías con un orden relativo dependiente de la puntuación obtenida. Esto posibilita la comparación o *benchmarking* ambiental en relación con las “mejores de la clase” (Global Environment Management Initiative. 1998) a través del empleo de índices como el **Índice de Compromiso Ambiental Corporativo** (Jones & Alabaster. 1999).

Algunas empresas no sólo utilizan indicadores ambientales simples, en la medida que han desarrollado **indicadores sintéticos de comportamiento medioambiental corporativos** que agregan variables. Muestras de esta categoría de indicadores son la **carga ambiental** (*Environmental Burden*) del grupo industrial ICI (ICI. 1997), el índice de comportamiento medioambiental de la compañía Ferrovial (Peribañez, Ruiz de Galarreta, & Alfaya. 2002) en el sector de la construcción y el de Unión Fenosa en sus instalaciones de generación eléctrica (Lagares & Chico. 2002). La carga ambiental del grupo ICI se basa en el sumatorio de los productos de multiplicar el peso de cada contaminante generado por el factor de potencia específico de cada sustancia, basado en el riesgo ambiental estimado de cada sustancia dentro de su correspondiente categoría de impacto. Los resultados se agregan para cada categoría de impacto (acidificación atmosférica, calentamiento global, efectos sobre la salud humana, degradación de ozono, creación de ozono fotoquímico, acidificación acuática, demanda de oxígeno en el agua, ecotoxicidad para la vida acuática) de forma independiente, es decir sin agregar finalmente las cargas ambientales de todas las categorías ambientales en una carga ambiental final. A modo de ejemplo, en el caso de la acidificación atmosférica se emplea como unidad de medida

común el SO<sub>2</sub> equivalente, empleando un enfoque similar al adoptado en los métodos de Análisis de Ciclo de Vida de productos, como se estudiará más adelante.

#### 4.2.7 Indicadores ambientales para proyectos

---

Hasta ahora se han tratado los indicadores de desempeño medioambiental de instalaciones existentes, muy vinculados a los Sistemas de Gestión Medioambiental de las empresas, de carácter voluntario. Sin embargo, la legislación medioambiental obliga para los proyectos de obras o actividades la elaboración previa de **Estudios de Impacto Ambiental (E.I.A.)**. Así, el Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental establece en su artículo 10 que la valoración de impacto, cuantitativa si es posible, o cualitativa, expresará los indicadores o parámetros utilizados, empleándose siempre que sea posible normas o estudios técnicos de general aceptación que establezcan valores límites o guía, según los diferentes tipos de impacto. Cuando el impacto ambiental rebase el límite admisible, deberán preverse las medidas protectoras o correctoras que conduzcan a un nivel inferior a aquel umbral.

Si bien, los Estudios de Impacto Ambiental están obligados por la legislación vigente a tratar los impactos sociales y económicos, la práctica dominante es que presentan un **sesgo acusado hacia el plano ecológico-ambiental**. Prueba de ello es que los indicadores que reciben una mayor profundidad en el análisis son de naturaleza meramente “ambientalista” (por ejemplo, niveles de inmisión de NO<sub>x</sub>) y que en los programas de vigilancia ambiental de los impactos, una vez entra en funcionamiento operativo la actividad proyectada, esta inclinación suele mantenerse a favor de esta categoría de indicadores.

Los Estudios de Impacto Ambiental de grandes proyectos utilizan indicadores medioambientales mediante **modelos de predicción** de impactos ambientales claves. Este es el caso de las modelizaciones de dispersión de contaminantes en la atmósfera, por ejemplo el modelo *Industrial Source Complex* desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (*EPA*), en el suelo, o sobre ecosistemas acuáticos (caso del modelo hidrodinámico *CORMIX*). El producto final es la representación, a través de mapas, de los niveles de isocontaminación (isopletras), antes y después de la implantación del proyecto.

Dos **métodos de valoración de impactos** de origen estadounidense están muy extendidos: el método de Leopold y el método Battelle. El **método de Leopold** consiste en una matriz acciones del proyecto/factores ambientales en la que cada cuadrícula admite dos valores:

- Magnitud, con valores de 1 a 10
- Importancia, referente al peso relativo del factor ambiental considerado

Los valores de las distintas cuadrículas de una misma matriz no se pueden sumar o comparar, sólo pueden hacerlo para comparar alternativas de un mismo proyecto (Esteban Bolea. 1989).

El **método Battelle** fue elaborado por los laboratorios del Battelle-Columbus, inicialmente para la planificación de recursos hídricos, aunque posteriormente se extendió su uso a otro tipo de proyectos (Esteban Bolea. 1989). Consiste en transformar los datos, por ejemplo, la demanda biológica de oxígeno (DBO) en “unidades de impacto ambiental”. Para tal fin se transforman los datos en un índice de calidad ambiental que varía entre cero (mínima calidad ambiental) y uno (máxima calidad ambiental) mediante una función de transformación, y ulteriormente, se pondera la importancia del parámetro según su importancia relativa en el medio ambiente. El producto del índice de calidad

ambiental por su importancia representa el impacto neto. La diferencia entre el impacto con y sin proyecto evalúa la incidencia ambiental del proyecto.

## 4.3 ENFOQUE SOCIAL

---

Los indicadores sociales son “estadísticas sociales que adquieren un sentido especial dentro de un modelo, como indicadores o señaladoras de algunos elementos de la realidad social” (García-Duran & Puig. 1980). Experimentaron un gran auge entre la década de los 60 y los 70, con revistas especializadas como “Social Indicators Research” (Cuervo-Arango. 1990; Gasteyer & Butler. 1999). Los hemos agrupado en tres grandes grupos: indicadores de derechos humanos, indicadores de calidad institucional e indicadores de salud comunitaria.

### 4.3.1 Indicadores de derechos humanos

---

#### 4.3.1.1 Indicador de libertades de Charles Humana

Uno de los primeros indicadores de derechos humanos fue el **indicador de libertades humanas de Charles Humana** (Humana. 1992). El mismo evalúa en cada país la presencia o ausencia de cuarenta items relativos a libertades basadas en convenciones de la ONU y acuerdos internacionales (libertad de circulación, de prensa, culto, igualdad de sexos, tortura o pena de muerte, etc.).

Entre los años 1991 y 1993, el PNUD presentó un índice con el objetivo de medir el grado de libertad en cada país. Su construcción estaba basada en el trabajo de Charles Humana, donde se mide la libertad en función de preguntas agrupadas en cinco categorías, según el tipo de “libertades” que representen. Al desempeño en cada categoría se le asigna una puntuación entre 0 y 3 –según el grado de libertad, que puede ser ninguno, mayoritariamente opresivo, sujeto a algunas violaciones, o total–, y el índice se construye como la suma ponderada de las puntuaciones en cada categoría.

El índice de Charles Humana tiene virtudes y limitaciones mencionadas en el anexo del Informe 1991 del Índice de Desarrollo Humano. Las principales fortalezas son que cada pregunta está basada en un derecho humano internacionalmente reconocido, que tiene un procedimiento computacional claro y reproducible, y que la escala final tiene una buena capacidad para discriminar. Entre las desventajas, la más obvia es el alto grado de subjetividad que conlleva clasificar el grado de libertad en alguna de las cuatro categorías, además del intensivo requerimiento de datos necesario para el cómputo del índice.

#### 4.3.1.2 Índice de libertad humana

A partir del indicador mencionado de Charles Humana, el PNUD construyó el **Índice de Libertad Humana** incorporando dos modificaciones respecto al original. Por un lado, las preguntas sólo admiten respuestas del tipo “sí” y “no”, por lo que no se toma en cuenta la severidad con la que se viola cada una de las libertades. Por otra parte, se asigna la misma ponderación a todas las preguntas. Con estos cambios, se redujo la subjetividad del índice, aunque también se eliminó gran parte de su precisión para discriminar resultados. Las críticas recibidas desembocaron en el abandono de estos índices por parte del PNUD.

Otro indicador relacionado con los derechos humanos es el **Índice de Libertades Civiles**, construido por Raymond Gastil (1990) para la ONG *Freedom House* y que toma valores entre 1 y 7 (Knack. 1999).

## 4.3.2 Indicadores de calidad institucional

---

### 4.3.2.1 Índice de percepción de la corrupción

La calidad institucional es un indicador del capital social de una sociedad y desempeña un importante papel en el progreso hacia el Desarrollo Sostenible. En este marco, se han ideado diferentes indicadores como el **Índice de Percepción de la Corrupción de Transparency International**, el cual clasifica los países en función del grado de corrupción percibida entre funcionarios públicos y políticos. Es un índice compuesto isoponderado que varía entre 0 y 10 (Knack. 1999), construido a partir de 14 sondeos y encuestas diferentes de siete instituciones independientes y llevadas a cabo entre empresarios y analistas de países, tanto locales como de fuera del país.

### 4.3.2.2 Índice de calidad burocrática

Otros indicadores son el **Índice de Calidad Burocrática** que indica en una escala de 0 a 6 la fortaleza e independencia de la administración cuando el gobierno cambia, o el **Índice del Poder de la Ley**, relativo al grado de implantación del imperio de la ley y de la sucesión ordenada del poder, valorado también de 0 a 6 (Asiedu. 2001).

## 4.3.3 Indicadores de salud comunitaria

---

Una primera aproximación cuantitativa al estado de salud de una comunidad se obtiene a través de la **Esperanza de Vida** al nacer. Este indicador mide el número medio de años que se espera de un recién nacido, de mantener las condiciones de riesgo de mortalidad dadas durante un periodo determinado (United Nations.Division for Sustainable development. 2001a).

La esperanza de vida refleja indirectamente aspectos como la salud, la alimentación, la vivienda, la seguridad ciudadana, o incluso la incidencia de desastres naturales y bélicos. No obstante, se basa en los años de vida que han disfrutado las personas que han muerto en el momento de su cálculo (Morán Álvarez. 1996). Por tanto no es más que una esperanza matemática basada en las condiciones que tuvieron las personas a lo largo de su vida, y en este sentido se fundamenta en atributos pasados (retrospectivos). Por esta razón se infiere que su poder predictor es limitado.

Sin embargo, no sólo es importante conocer la esperanza de vida, también es interesante conocer la carga global de morbilidad, medidos como **años venideros de vida sin discapacidad (DALY: Disability-Adjusted Life Year)**, que nos da una idea de los años que se pierden como resultado de las muertes prematuras o los casos de discapacidad y enfermedad Este indicador (Kjellén. 2001) fue desarrollado en 1992 y esponsorizado por la Organización Mundial de la Salud y el Banco Mundial.

Si consideramos la salud desde un punto de vista psicológico, apreciamos que la salud mental juega un importante papel. En esta línea se encuentra el **Índice de Aflicción Mental** (Lynn. 1971; Lynn. 1982) que incluye aspectos como consumo de estimulantes, comportamientos de riesgo (accidentes, crimen), hospitalización por psicosis, divorcio, nacimiento ilegítimo y suicidio. El autor del indicador observó un gran pico de este índice durante la Segunda Guerra Mundial en los países implicados en el conflicto, abarcando el período de estudio desde 1935 a 1970.

Los **Indicadores de Bienestar Subjetivo** comprenden el estudio de cómo la gente evalúa sus vidas, sea durante grandes periodos de tiempo o durante periodos más cortos, lo cual se relaciona con conceptos como felicidad o satisfacción (Diener, Oishi, & Lucas. 2003). Así, la felicidad general es el grado en el que un individuo evalúa favorablemente la calidad global de su vida como un todo



(Veenhoven. 1992). Combinando este concepto con la duración de las vidas humanas, se obtiene el indicador llamado **Esperanza de Vida Feliz** (Veenhoven. 1996), consistente en el producto de la esperanza de vida en años por el grado de felicidad medido en una escala de 0 a 1. Trata por tanto de medir el grado en que los ciudadanos viven una vida larga y feliz.

## 4.4 ENFOQUE ECONÓMICO

---

Los indicadores económicos clásicos gozan de un amplio desarrollo y popularidad en la sociedad. Su función esencial consiste en la medición del crecimiento económico. El presente epígrafe recoge en primer lugar dos indicadores de amplia difusión: el Producto Interior Bruto y el Índice de Precios del Consumo. Seguidamente se tratarán indicadores menos conocidos, como el Índice de Libertades Económicas y los Índices de Competitividad Económica, para acabar el apartado con los Índices Bursátiles convencionales, como el nombrado Índice Dow Jones.

### 4.4.1 Producto interior bruto

---

El Producto Interior Bruto (**PIB**) representa la suma del valor añadido de todos los productores de una economía. El PIB a precios de mercado (PIB<sub>pm</sub>) es destinado al gasto en la demanda de bienes y servicios de *Consumo final (C)*, y de bienes de *inversión (Formación bruta de capital: FBC)*, esto es, la demanda interna agregada. A esta demanda interna si se le añade el saldo exterior (exportación X menos importación I) se obtiene el PIB<sub>pm</sub>, según la siguiente expresión (Requeijo, Martínez de dios, Pedrosa, & Salido. 1997):

$$\text{PIB}_{\text{pm}} = C + \text{FBC} + X - M$$

El origen del nombre de este indicador se explica en las siguientes líneas. El PIB<sub>pm</sub> es *producto* por medir la producción final. Es *interior*, por obtenerse en el territorio del país, con independencia de que los propietarios de los factores sean residentes o no de éste. Es *bruto*, por no contabilizar la depreciación del capital utilizado para generarlo. Finalmente, es a *precios del mercado*, porque incorpora al valor de la producción los impuestos que la gravan y no deduce de su coste las subvenciones que se le conceden.

### 4.4.2 Índice de precios al consumo

---

El Índice de Precios al Consumo (**IPC**) se basa en estudios sobre el costo de una “cesta” definida de compras de bienes y servicios, y representa el crecimiento medio de éstos durante un periodo determinado (Requeijo, Martínez de dios, Pedrosa, & Salido. 1997). Son útiles para medir la inflación de los precios del consumidor dentro de un mismo país, no así para realizar comparaciones entre naciones, ya que la forma de definir los hogares encuestados y la selección de los productos de la “cesta” repercute en una amplia variabilidad de los resultados y en su interpretación (World Bank. 2003). Por otro lado, el **Índice de Precios de la Comida** (*Food Price Index*) es un subíndice del IPC referido a la alimentación.

Las limitaciones del IPC como indicador de la variación de los precios del consumo de un país son varias (Requeijo, Martínez de dios, Pedrosa, & Salido. 1997):

- 1) La muestra no abarca a la totalidad de la población ni la cesta incluye todos los bienes.

- 2) Utiliza ponderaciones para cada categoría de bienes y servicios según los hábitos de consumo detectados en encuestas referidas al año base. Ello implica que, al alejarnos del año base, las ponderaciones pueden resultar poco representativas por mor de la aparición de nuevos bienes y desplazamiento de otros, y a causa de cambios en los hábitos de consumo asociados a mejores precios o calidades.
- 3) No considera los cambios en la calidad de los bienes. Así, si aumenta la calidad del bien la subida de precios no resulta tan significativa.

#### 4.4.3 Índices de libertades económicas

---

Existen diversos rankings o *ratings* de libertad económica. La fundación Heritage ha publicado un Índice de Libertades Económicas escalado de 1 a 5 que recoge dimensiones referentes a políticas económicas, derechos de propiedad y regulación de empresas. Otros índices similares son el Índice de Libertades Económicas de la Red de Libertad Económica y el de *Freedom House*, que incluye variables relativas a libertad y control de la propiedad, libertad de asociación, apertura comercial y consumo del gobierno (Knack. 1999).

#### 4.4.4 Índices de competitividad económica

---

Dos organizaciones principales elaboran Índices de Competitividad Económica de las naciones. Uno es el Foro Económico Mundial, que presenta informes anuales basados en estudios desarrollados en torno a 3000 ejecutivos, y comprende aspectos como la evasión de impuestos y la fiabilidad del sistema judicial. Otro es el del Instituto de Gestión del Desarrollo, que publica un anuario de competitividad mundial en el que incluye items tales como la seguridad de las personas y de la propiedad, las relaciones entre directivos y empleados, la transparencia del gobierno o la protección de los derechos de propiedad intelectual (Knack. 1999).

#### 4.4.5 Índices bursátiles convencionales

---

La competitividad y rentabilidad económica de las empresas que cotizan en bolsa se mide a través de diferentes índices bursátiles, entre los cuales sobresalen, entre otros, los del grupo **Dow Jones**. Estos índices, al igual que el IPC, miden los cambios de precios frente a un periodo base fijado (STOXX. 2003). No se consideran en este apartado los nuevos indicadores bursátiles que tratan de reflejar el comportamiento sostenible de las empresas, pues superan el mero terreno económico, y serán objeto de un epígrafe específico más adelante.

### 4.5 ENFOQUE SOCIO-AMBIENTAL

---

Este punto comprende tres bloques temáticos bien diferenciados, uno referente a indicadores relacionados con la equidad en el acceso a los recursos naturales, en particular el Espacio Ambiental y la Huella Ecológica, otro relacionado con la cooperación internacional, y finalmente, el grupo de los indicadores de salud ambiental.

#### 4.5.1 Espacio ambiental

---

El concepto de Espacio Ambiental fue desarrollado en 1994 por Opschoor y Wetwerings y desarrollado posteriormente por la ONG Amigos de la Tierra. El método compara el uso medio global per cápita de una serie de recursos con el consumo per cápita nacional de cada recurso (energía, suelo

arable, madera, agua, materiales no renovables). De este modo confronta la cuota per cápita global de la población mundial proyectada para el 2050 con el consumo per cápita actual nacional, a partir de lo cual deduce una serie de metas políticas para cada país (Chambers, Simmons, & Wackernagel. 2003; Ecotec-UK. 2001; Hanley, Moffat, Faichney, & Wilson. 1999). El indicador ha sido aplicado en varios países europeos, incluyendo a Holanda y Gran Bretaña.

Las críticas a este indicador recaen en la arbitrariedad de las metas propuestas (Chambers, Simmons, & Wackernagel. 2003; Ecotec-UK. 2001), la débil interacción entre los recursos (Chambers, Simmons, & Wackernagel. 2003) y la dudosa utilidad del indicador dado lo utópico del planteamiento de asignar cuotas idénticas per cápita para todo el mundo (Hanley, Moffat, Faichney, & Wilson. 1999).

En cualquier caso, el Espacio Ambiental implica que los países del Norte han consumido más de su ración del “pastel de los recursos disponibles”, motivo por el cual deben reducir los consumos actuales, en contraposición con lo que ocurre en los países del Sur. Por otro lado, el indicador, por su configuración, es muy dependiente de la evolución de la población, lo cual puede propiciar polémicas referentes a la responsabilidad de la explosión demográfica de los países menos desarrollados versus el consumismo de las naciones industrializadas.

#### **4.5.2 Huella Ecológica**

---

La Huella Ecológica fue desarrollada en la década de los noventa por Wackernagel y Rees. Representa la superficie per cápita que consume una población para generar los recursos consumidos y asimilar los residuos generados (Ecotec-UK. 2001). La comparación de esta superficie con la superficie bioproductiva media mundial disponible ofrece información acerca del grado de equidad en el consumo de los recursos. De igual modo, si se contrasta con la superficie bioproductiva media nacional disponible (biocapacidad nacional), proporciona el denominado “déficit ecológico” del país, siempre que la biocapacidad sea menor que la Huella Ecológica. En el cálculo de la biocapacidad se excluye un 12% de la superficie, reservado a la conservación de la biodiversidad.

Una de las principales ventajas de este indicador es que puede ser empleado a diferentes escalas, desde el sistema mundo, hasta el nivel individual, pasando por países, regiones, ciudades, empresas y productos.

Con todo, es un indicador sesgado a las entradas o inputs, es decir, hacia el consumo de recursos. De hecho, sólo considera una salida, que son las emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### **4.5.3 Índice de cooperación internacional**

---

Este índice se obtiene a partir de la media de tres índices: el Índice de Nivel Ambiental, el Índice de Nivel Sanitario y el Índice de Nivel Educativo (Cámara Artigas & Díaz del Olmo. 1998). El primer índice, evalúa el estado de conservación de los bosques naturales. A tal fin, a la cantidad de bosque existente se le resta la masa de bosque que no está protegida por la administración y es susceptible de ser deforestada, y se divide por un índice de deforestación que sirve como aproximación de la velocidad a que desaparecerá el bosque sin proteger.

El Índice de Nivel Sanitario considera la mortalidad infantil y el porcentaje de enfermos con SIDA como variables del estado actual, y la esperanza de vida como tendencia. Por último, el Índice de Nivel Educativo parte de la tasa de analfabetismo como situación actual, y considera el nivel de escolarización de segundo y tercer grado como tendencia.

Los resultados obtenidos para el promedio de los tres índices son consistentes con los valores del Índice de Desarrollo Humano (IDH) en los países donde se ha aplicado el índice (Cuenca del Caribe), pero amplían el ámbito de este indicador al plano medioambiental, definiendo tendencias y prioridades en el marco de la cooperación internacional.

#### 4.5.4 Indicadores de salud ambiental

---

El Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU. define la **salud ambiental** como “...aque- llos aspectos de la enfermedad humana y lesiones al ser humano, que son determinados o condicio- nados por factores en el medio ambiente. Lo anterior implica el estudio de los efectos patológicos directos de diversos agentes químicos, físicos y biológicos, así como los efectos que ejerce el medio físico y social en la salud en general, entre otros la vivienda, el desarrollo urbano, el uso del terreno y el transporte, la industria y la agricultura.” La Organización Mundial de la Salud (OMS) la define a su vez como la “disciplina que comprende aquellos aspectos de la salud humana, incluida la calidad de vida, que son determinados por factores ambientales físicos, químicos, biológicos, sociales y psi- cosociales” (Garza & Cantú. 2002)).

##### 4.5.4.1 Indicadores de higiene urbana

La OMS distingue entre “riesgos tradicionales” y “riesgos modernos” (Garza-Almansa. 1997). Los pri- meros son aquellos vinculados con la pobreza y el insuficiente desarrollo, a saber: falta de acceso a los servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, servicios de limpieza urbana, vivien- da o contaminación intradomiciliar por combustión de carbón o petróleo. Los segundos son aquellos relacionados con el desarrollo; por ejemplo, la contaminación por la industria o por la agricultura in- tensiva. Al primer tipo de riesgos se le asocian una serie de **indicadores de higiene urbana** clásicos, tales como el porcentaje de viviendas con acceso a agua potable o a redes de alcantarillado; a los últimos se le asocian indicadores de riesgos tecnológicos).

##### 4.5.4.2 Indicadores de riesgo ambiental

El discurso anterior nos conduce a definir un concepto previo: el concepto de **riesgo medioambiental**. Por riesgo se entiende a la combinación de la probabilidad o frecuencia de la realización de un deter- minado peligro y la magnitud de sus consecuencias. El riesgo medioambiental es “el caso particular del riesgo en el que se valora el peligro de causar daños al medio ambiente, o a las personas o a los bienes, como consecuencia del daño al medio ambiente” (AENOR. 2000). La Norma UNE 150008 EX sobre análisis del riesgo medioambiental recomienda la utilización de indicadores del entorno natural (modificaciones del medio abiótico o biótico, del paisaje y de los espacios naturales protegidos), del entorno humano (alteraciones demográficas, espaciales y de salud pública), así como del entorno socioeconómico (actividades económicas, infraestructuras y patrimonio histórico y cultural).

Los indicadores del entorno natural nos llevan a tratar los **riesgos ecológicos**. La modelización de los riesgos ecológicos (EPA. 1994) es compleja y conlleva la descripción y localización de las fuentes de riesgo, la evaluación de los receptores finales, especialmente de los más vulnerables (poblaciones y comunidades de especies más expuestas o afectables), así como la distribución del agente conta- minante y el medio receptor contaminado.

La escala espacio-temporal de la exposición al agente contaminante, así como de las consecuen- cias de éste, ha de relacionarse lógicamente con la escala de organización biológica. Ello comporta que la evaluación de los efectos de un contaminante sobre los ecosistemas requerirá una escala más amplia (de años a cientos de años en la escala temporal y de metros a cientos de kilómetros

en la escala espacial) que la de una población determinada de una especie. Sin embargo, existen métodos de cuantificación de la exposición al agente basado en *microescalas*: sea empleando **bioensayos** de organismos para los que se conoce la relación exposición-respuesta o **biomarcadores**, que son medidas de cambios bioquímicos o físicos en un organismo expuesto. Un ejemplo de biomarcador es el empleo de la inhibición de la colinesterasa como medida de la exposición a pesticidas organofosfatados (EPA. 1994). El problema de los biomarcadores es que pueden no diagnosticar contaminantes de una forma totalmente específica y son muy variables ante factores externos, como la temperatura.

Se han elaborado algunos modelos de riesgos ecológicos en cadenas tróficas. Para el estudio de los PCB el modelo desarrollado contaba con más de 250 especies de vertebrados y 40 invertebrados; esto implicaba el uso de más de 10.000 parámetros (Ram & Gillet. 1992). Por ello, ante este problema se recurrió al uso de técnicas *cluster* para simplificar el número de variables finales.

Sin embargo, es a consecuencia de grandes accidentes, como el acaecido en Seveso en 1972 por la salida a la atmósfera de un kilogramo de dioxinas, por lo que se desarrolló legislativamente el control de los riesgos ambientales. La Directiva 96/82/CE del Consejo, relativa al control de los riesgos de accidente graves en los que están implicadas sustancias peligrosas (Seveso II) ha sido desarrollada en el ámbito nacional por dos normas fundamentales:

- 1) Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre, por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.
- 2) Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, modificado por el Real Decreto 94/2005, de 29 de julio, que supone la transposición de la conocida Directiva Seveso III, considerando nuevas sustancias más peligrosas y umbrales más exigentes de éstas.

Los sistemas de riesgos medioambientales se estructuran en fuentes de riesgo, sistemas de control primario de éstos por el hombre, sistemas de transporte del riesgo y receptores vulnerables (Wilson. 1991). Diversas metodologías asignan una serie de **Índices de Riesgo Ambiental** a los distintos eslabones del sistema de riesgo medioambiental (AENOR. 2000; EPA. 1996; Estrada & García. 2003). En cuanto al riesgo sobre las personas, que es el que está mejor estudiado, existen metodologías detalladas como el **Análisis Cuantitativo de Riesgos, ACR**, que permiten estimar el riesgo sobre la base de eventos con valores asociados de frecuencia y consecuencias, normalmente, víctimas mortales (Estrada & García. 2003). Esto permite la jerarquización de los riesgos y el análisis coste-beneficio a efectos de su gestión ulterior.

#### 4.5.4.3 Indicadores de riesgos laborales

El ambiente de trabajo está sujeto a riesgos específicos –riesgos laborales– que son objeto de estudio de la Seguridad e Higiene en el trabajo. Los **índices estadísticos de siniestralidad laboral** más utilizados son el Índice de Frecuencia, el Índice de Gravedad, el Índice de Incidencia y el Índice de Duración Media de las bajas (Cortés. 2003).

El **Índice de Frecuencia** (If) es un índice que relaciona el número de accidentes con un número determinado de horas trabajadas (un millón de horas).

$I_f = \text{Número de accidentes} \times 1.000.000 / \text{Número de horas-hombre trabajadas}$

El **Índice de Gravedad** ( $I_g$ ) cuantifica la gravedad de los accidentes por el número de horas perdidas como consecuencia de los mismos, mediante la siguiente expresión:

$I_g = \text{Número de jornadas de trabajo perdidas por accidente} \times 1000 / \text{Número de horas-hombre trabajadas}$

El **Índice de Incidencia** ( $I_i$ ) representa el número de accidentes ocurridos por cada mil personas expuestas a los riesgos.

$I_i = \text{Número de accidentes} \times 1000 / \text{Número de trabajadores}$

Este índice se suele utilizar cuando no se dispone del número de horas trabajadas, y no se puede calcular el Índice de Frecuencia, que es un indicador más exacto.

El **Índice de Duración Media de las bajas** ( $I_{dm}$ ) se calcula por medio de la siguiente expresión:

$I_{dm} = \text{Número de jornadas perdidas por accidente} / \text{Número de accidentes con baja}$

La *American Conference of Governmental Industrial Hygienist* (ACGIH) emplea una serie de variables que constituyen el criterio de valoración técnica de higiene industrial más ampliamente conocido y aplicado (Cortés. 2003). Se trata de una serie de valores límites (TLVs y BEIs) que a continuación se detallan.

La **Media Ponderada en el tiempo (TLV-TWA: Threshold Limit Value-Time Weighted Average)**, también denominada **Valor Límite de Exposición (VLE)** representa la concentración media ponderada en el tiempo a la que puede estar sometida una persona normal durante 8 horas al día y 40 horas semanales, siempre que no se sobrepasen los **Valores Límites de Exposición para cortos periodos de tiempo (TLV-STEL)**. El TLV-STEL es la concentración máxima a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un periodo continuo de hasta 15 minutos, sin sufrir trastornos irreversibles o intolerables.

El **Valor Techo (TLV-C: Threshold Limit Value-Ceiling)** corresponde a la concentración que no debe ser rebasada en ningún momento. Por último, el **Índice Biológico de Exposición (BEI)** se utiliza para valorar la exposición a los compuestos químicos presentes en el puesto de trabajo a través de medidas tomadas en muestras biológicas del trabajador (aire exhalado, orina, sangre u otras muestras biológicas).

“Es imposible demostrar la ausencia de una sustancia tóxica y es imposible demostrar que bajas concentraciones de sustancias tóxicas no ejerzan efecto en los organismos vivos. Por consiguiente, cualquier decisión respecto a lo que constituye un nivel de seguridad de una sustancia es en cierto grado algo basado en conjeturas” (Duffus. 1983). Visto todo lo anterior, la medición de los riesgos, sea de forma genérica, riesgos medioambientales, o sectorial, riesgos laborales, se encuentra frente a un reto cada vez mayor, a tenor de los acelerados cambios globales y tecnológicos de nuestra sociedad. Éstos suponen la incorporación continua de nuevos riesgos a gestionar en un contexto de incertidumbre.

## 4.6 ENFOQUE ECONÓMICO-AMBIENTAL

---

El enfoque económico-ambiental comprende un conjunto de indicadores centrados en el consumo de los recursos naturales, a saber: Contabilidad Ambiental, Análisis de Flujos de Materiales, Análisis de Ciclo de Vida, Indicadores Energéticos e Índice de Proceso Sostenible.

### 4.6.1 Indicadores de contabilidad ambiental

---

El Departamento de Estadísticas de la ONU publicó el Sistema para la Integración Económica y Ambiental de la Contabilidad (SEEA) como un anexo de la revisión de 1993 al Sistema Nacional de Contabilidad, con distintas opciones metodológicas (Hecht. 1999). Ese mismo año sería elaborado el **marco NAMEA** o Matriz de Contabilidad Nacional que incorpora las Cuentas Medioambientales (*National Accounting Matrix Including Environmental Accounts*), desarrollado por el estadístico holandés Steven Keuning. El marco es un sistema estadístico que recoge información de la economía y el medio ambiente empleando tablas input-output, y que ha sido aplicado en países como Reino Unido, Suecia, Alemania y Japón. Los temas que se incluyen generalmente son:

- Emisiones de gases con efecto invernadero
- Emisiones acidificantes
- Sustancias que dañan la capa de ozono
- Calidad de la atmósfera local

El medio ambiente es expresado en unidades físicas como es propio de las “*contabilidades satélites*”. No se trata de un indicador sintético aunque puede ser utilizado como fuente de datos para indicadores sintéticos como el PIB “verde”(Ecotec-UK. 2001). Por consiguiente, las cuentas satélites no culminan corrigiendo al PIB, puesto que los datos medioambientales no son valorados monetariamente.

Hasta ahora hemos hablado de sistemas de contabilidad ambientales para las economías nacionales. Pero el mundo empresarial no es ajeno a estas tendencias. De hecho, se han desarrollado algunas herramientas para incorporar la dimensión ambiental en los sistemas de contabilidad corporativas (The International Institute for Industrial Environmental Economics. 1998), por ejemplo:

- a) Estudios de Costes Totales** (*Total Cost Assessment*): que asigna costes y ahorros ambientales de las empresas.
- b) Análisis del Ciclo de Costes** (*Life Cycle Costing*): que asigna un coste a cada impacto determinado en el análisis de ciclo de vida para estimar el coste neto ambiental de un producto, proyecto o servicio.

En el **ámbito nacional**, el 25 de marzo de 2002 se aprobó la Resolución del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se aprueban las normas para el reconocimiento, valoración e información de los aspectos medioambientales en las cuentas anuales. Esta norma obliga a las empresas a informar sobre las cuestiones relacionadas con el medio ambiente que afecten a las cuentas anuales, integrándolas en la memoria contable de las compañías (Larrinaga, Moneva, Llena, Carrasco, & Correa. 2003):

- Desglose de gastos medioambientales significativos en la cuenta de pérdidas y ganancias.
- Desglose de las provisiones para actuaciones medioambientales de un importe significativo en

el pasivo del balance.

- Información sobre deducciones por inversión en medidas para reducir el impacto medioambiental.
- Desglose de las subvenciones recibidas de naturaleza medioambiental, así como los ingresos que se produzcan como consecuencia de ciertas actividades relacionadas con el medio ambiente.

La contabilidad referida en la Resolución del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas sólo entra en la valoración de bienes tangibles. Sin embargo, la herramienta de contabilidad ambiental de análisis **coste/beneficio** de problemas o proyectos que inciden sobre el medio ambiente es más ambiciosa, ya que exige la valoración monetaria de intangibles vinculados al uso de los recursos naturales.

Aplicando la regla de la equimarginalidad, el coste marginal social de producir un bien adicional debe ser exactamente igual al beneficio marginal social de hacerlo. Así, si el problema es la contaminación agrícola de un acuífero que provee de agua para el consumo humano, el beneficio marginal obtenido (el valor del incremento de la producción agrícola que posibilita) ha de igualar al coste marginal social impuesto sobre la comunidad (Azqueta. 1992). Por tanto, todo bien o servicio implica valores positivos (beneficios marginales para el usuario) y valores negativos (daños marginales al medio ambiente debido al uso de los servicios), pero en general estos valores no coinciden y dependen de los valores que las partes interesadas otorguen a esos servicios.

Un método usual es la **valoración contingente**, que formula preguntas del tipo ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por...? o ¿Pagaría “x” euros más por disminuir la contaminación de ...?. En cualquier caso, a medida que se usan los activos medioambientales se produce un daño, bien por algún tipo de contaminación, bien por la negativa al recurso para usuarios potenciales - coste futuro de la actividad- (Peskin. 1991).

#### 4.6.2 Índice de presión de consumo

---

En 1998 el WWF propuso el Índice de Presión de Consumo, una medida de la carga nacional sobre los recursos naturales. Los componentes del indicador son consumo de cereales y carne, pescado, papel y madera, extracciones de agua dulce, emisiones de dióxido de carbono y consumo de cemento (Vega.I. 2002). Los datos se expresan en unidades per cápita y se dividen por la media mundial para obtener una puntuación relativa.

Con posterioridad, en 1999 la información se presentó separadamente, sin agregación, y finalmente, en el informe del 2000 de WWF el Índice de Presión de Consumo se reemplazó por la Huella Ecológica (United Nations.Division for Sustainable development. 2001b).

#### 4.6.3 Indicadores de análisis de flujos materiales

---

El estudio del “metabolismo económico” de las naciones comenzó con la publicación en 1970 de un primer balance material de Estados Unidos (Carpintero. 2002). El camino quedó expedito para el desarrollo de indicadores basados en el análisis de los flujos de materiales. De esta forma se concibió la “**Mochila Ecológica**” o **MIPS** (*Material Intensity per Unit Service*) por Schmidt-Bleek en el Instituto Wuppertal de Alemania. El indicador distingue entre la mochila ecológica de los materiales abióticos, los materiales bióticos, el suelo, el agua y el aire (Moberg. 1999), aunque no informa sobre la toxicidad de los materiales. El MIPS está íntimamente relacionado con el denominado Factor 10,



según el cual es necesario reducir el uso actual de recursos a un 50% globalmente. Esto quiere decir que el mundo occidental, que es el 20% de la población mundial y consume el 80% de los recursos, precisa disminuir este consumo por un factor de 10.

El **Requerimiento Total de Materiales** (*Total Material Requirement: TMR*) se basa en el trabajo del World Resources Institute (WRI, 1997), el Instituto Wuppertal, el Ministerio de Medio ambiente holandés y la Agencia Japonesa de Medio Ambiente. La herramienta es básicamente igual al MIPS pero se aplica en el ámbito regional, no sobre productos o servicios. El TMR manifiesta los “flujos ocultos” de materiales que no entran en la economía, y que en países como Holanda, Japón, Estados Unidos y Alemania suponen entre el 55-75 % del requerimiento total de materiales (Moberg, 1999). El TMR constituye uno de los indicadores que se incorporaron al informe de la Unión Europea “Señales medioambientales 2002” (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2002).

#### 4.6.4 Análisis de ciclo de vida

---

El Análisis de Ciclo de Vida (**ACV**) se define por la Sociedad de Química y Toxicología Ambiental (SE-TAC) como “un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno; para determinar el impacto que ese uso de recursos y esos vertidos producen en el medio ambiente, y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. El estudio incluye el ciclo completo del producto, procesos o actividad, teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesado de materias primas; producción, transporte y distribución; uso, reutilización y mantenimiento, y reciclado y disposición del residuo” (Fullana & Puig, 1997). Viene por tanto a evaluar los impactos ambientales de un producto “desde la cuna a la tumba”.

Las categorías de impacto que abarcan habitualmente los ACV son las siguientes (Ecotec-UK, 2001):

- Consumo de recursos: abióticos y bióticos. Consumo de suelo.
- Contaminación: calentamiento global, daños a la capa de ozono, toxicidad para el hombre, ecotoxicidad, acidificación y eutrofización.

El ACV mide impactos potenciales, no reales, debido a las carencias de detalles temporales y espaciales en las bases de datos utilizadas (Cardim de Carvalho, 2001).

El *etiquetado ecológico* europeo exige la realización de un inventario del ciclo de vida del producto, decidiendo criterios para que sólo el 30% de los productos que salgan al mercado puedan conseguir la ecoetiqueta (Fullana & Puig, 1997). En este sentido, la Política Integrada de Productos de la Unión Europea, que propugna entre otros aspectos, el ecoetiquetado de productos, no parece pretender reducir el consumo, sino más bien la incidencia medioambiental de un aumento del consumo (AMDPres, 2003b). Ante esta situación cabría reflexionar sobre la siguiente cuestión: ¿Una política integrada de productos no debería incidir de alguna forma en la moderación del consumo?. Quizás convendría en este sentido retomar la fórmula IPAT citada en la obra de Meadows sobre los límites del crecimiento. Dicha fórmula expresa las causas de la degradación medioambiental de la siguiente forma (Meadows, Meadows, & Randers, 1992):

Impacto = Población x Afluencia x Tecnología

Al tratarse de un producto, las oportunidades de mejora pueden centrarse en el factor sobre el que

cada país tenga más posibilidades de maniobra, en la medida que cada término de la ecuación multiplica el impacto en idéntica forma. La deducción lógica es que los países menos desarrollados deberían centrar sus esfuerzos en la población, mientras que los países desarrollados habrían de concentrarse en la afluencia (grado de consumismo), así como en el desarrollo tecnológico.

#### 4.6.5 Indicadores energéticos

---

El profesor Georgescu-Roegen estudió las relaciones entre la economía y la termodinámica, concluyendo que el proceso económico es de naturaleza entrópica, y por consiguiente el reciclado perfecto resulta imposible en un sistema cerrado como es la Tierra. Por lo tanto, los recursos tendrían que ser valorados por su contenido energético: alto valor para los recursos con baja entropía (Jiménez Herrera. 2001).

La ventaja de los indicadores basados en la energía respecto a los monetarios es que los valores monetarios son cambiantes, a diferencia de las unidades energéticas (Castro . 2002). El análisis de **Emergía** (*Emergy: "Energy Memory"*) fue desarrollado por H.T.Odum y consiste en la energía disponible directa o indirectamente para producir un producto o servicio, entendiendo por energía disponible a la energía capaz de realizar un trabajo y ser degradada en el proceso (Moberg. 1999). Mide por consiguiente la ineficiencia en el uso de los recursos naturales. Su autor define a la emergía como una medida universal de la verdadera riqueza del trabajo realizado por la naturaleza y la sociedad (Odum. 2000). Se ha aplicado desde microescalas como Biosfera II en Arizona, a plantaciones forestales, áreas con asentamientos humanos, explotaciones de acuicultura, zonas húmedas y bienes y servicios (Odum. 2000).

#### 4.6.6 Índice de proceso sostenible

---

El Índice de Proceso Sostenible (*Sustainable Process Index: SPI*) ha sido desarrollado por Krottscheck y Naradoslawsky en la Universidad de Graz (Austria). El cálculo del SPI comienza con el cómputo del área total requerido para un determinado proceso (Krottscheck & Naradoslawsky. 1996):

$$A_{\text{tot}} = A_R + A_E + A_I + A_S + A_P$$

siendo  $A_R$  = área requerida para la producción de las materias primas

$A_E$  = área requerida para proveer la energía del proceso

$A_I$  = área para las instalaciones del proceso

$A_S$  = área para el personal

$A_P$  = área para alojar los productos y subproductos, incluidos emisiones y residuos.

La ratio entre las áreas necesarias para proporcionar a un ciudadano un determinado servicio durante un determinado periodo de tiempo y el área necesaria para suministrar a un ciudadano con todos los posibles servicios es el resultado final del indicador. Parte, pues, de la base de que los flujos de materiales antropogénicos no deben ser mayores que la capacidad local de asimilación y han de ser inferiores a las fluctuaciones naturales que ocurren en la naturaleza. Estos flujos de materiales inducidos por las actuaciones humanas se comparan con los flujos "naturales" de materiales, para su generación y para la capacidad de asimilación de los contaminantes producidos (Chambers, Simmons, & Wackernagel. 2003). En consecuencia, cuanto menor es el área requerida por una actividad menor es su impacto ambiental.

## 4.7 ENFOQUE SOCIO-ECONÓMICO

---

En el enfoque socio-económico se incluyen, en un primer lugar, indicadores de pobreza, como el Índice de Gini y el Índice de Pobreza Humana. A éstos les suceden el célebre Índice de Desarrollo Humano, y por último, otros más desconocidos, caso de los indicadores de riesgo político, con claras incidencias socioeconómicas.

### 4.7.1 Indicadores de pobreza

---

La idea de pobreza es relativa y función de la escala (hogar/familia, comunidad, región, país, nivel internacional), siendo difícil el establecimiento de comparaciones entre países y en el tiempo (Romero & Pérez. 1992; World Bank. 2003). Por otra parte, la definición de umbrales de pobreza universal implica siempre cierta arbitrariedad en los criterios a emplear (Romero & Pérez. 1992).

Básicamente, existen dos metodologías de medición de la pobreza: la definida por umbrales o líneas de pobreza, y la de necesidades básicas insatisfechas. Éste último término plantea el problema recurrente de definir cuáles son precisamente esas necesidades básicas (Romero & Pérez. 1992).

Realizadas estas consideraciones generales, pasamos a tratar dos indicadores de pobreza de amplia difusión: el Índice de Gini y el Índice de Pobreza Humana.

#### 4.7.1.1 Índice de Gini

Un país puede tener un alto PIB y poseer una gran inequidad de ingresos en la población. El Índice de Gini mide la distribución de ingresos (o de gastos de consumo) entre individuos u hogares a partir de la diferencia entre una curva de Lorenz y una línea hipotética de absoluta equidad, expresado como porcentaje del máximo área posible bajo esta línea (World Bank. 2003). La curva de Lorenz enfrenta el porcentaje acumulado de ingresos en el eje vertical con el porcentaje acumulado de hogares o personas en el horizontal. Un índice de Gini de 0 representa una equidad perfecta y un valor de 100 implica una perfecta inequidad.

Las críticas a este indicador apuntan a su no muy elevado poder discriminador, a la dificultad de comparabilidad entre países, y al hecho de que es independiente del nivel absoluto de vida (Comission on Sustainable Development. 2001). Quiere decir ello que un bajo valor del índice de Gini no siempre es sinónimo de un mayor bienestar social.

#### 4.7.1.2 Índice de pobreza humana

El Índice de Pobreza Humana es un indicador desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que se publica anualmente en los informes de desarrollo humano de esta institución. El PNUD distingue el Índice de Pobreza Humana de los países en desarrollo (IPH-1) del Índice de Pobreza Humana de los países industrializados (IPH-2).

El **Índice de Pobreza Humana de los países en desarrollo (IPH-1)** se calcula mediante la siguiente expresión (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2000):

$$IPH-1 = [1/3 (P_1^3 + P_2^3 + P_3^3)]^{1/3}$$

Siendo  $P_1$  el porcentaje de personas que se estima que no sobrevivirán hasta la edad de 40 años,  $P_2$  el porcentaje de adultos analfabetos y  $P_3$  un promedio de la variable compuesta relativa a un nivel de

vida decoroso (media del porcentaje de personas sin acceso a agua potable, porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud y el porcentaje de niños menores de 5 años con peso de moderada a severamente insuficiente).

Por otro lado, en el **Índice de Pobreza Humana de los países industrializados (IPH-2)**,  $P_1$  representa el porcentaje de personas que se estima que no sobrevivirán hasta la edad de 60 años,  $P_2$  el porcentaje de adultos que son funcionalmente analfabetos con arreglo a la definición de la OCDE,  $P_3$  se refiere al porcentaje de personas que viven por debajo del límite de la pobreza de ingreso, fijado en el 50% de la mediana del ingreso familiar disponible y  $P_4$  representa la tasa de desempleo de largo plazo (12 meses o más). La expresión matemática del IPH-2 es la que se recoge a continuación (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2000):

$$\text{IPH-2} = [1/4 (P_1^3 + P_2^3 + P_3^3 + P_4)]^{1/3}$$

El uso de IPH diferenciado para países en desarrollo y para países industrializados permite un mayor poder discriminatorio para cada categoría de país, si bien a costa de imposibilitar la comparación de todos las naciones del mundo.

#### 4.7.2 Índice de desarrollo humano

---

El Índice de Desarrollo Humano (**IDH**) es un indicador ideado por el PNUD que mide el grado de desarrollo humano de un país basándose en el promedio simple de: 1) la esperanza de vida al nacer, 2) el nivel educacional, medido en función de la tasa de alfabetización de adultos (ponderado en dos tercios) y la tasa bruta de matriculación combinada primaria, secundaria y terciaria (ponderada en un tercio) y, 3) el PIB per cápita.

El cálculo del PIB per cápita se fundamenta en el criterio por el que el logro de un nivel respetable de desarrollo humano no requiere un ingreso ilimitado. Con el objeto de reflejar ese criterio se descuenta el ingreso al calcular el IDH de la siguiente forma, adoptando una expresión logarítmica que refleje una contribución del ingreso cada vez menor al desarrollo humano (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2000):

$$W_{(y)} = \log y - \log y_{\min} / \log y_{\max} - \log y_{\min}$$

Es un indicador que mide las distancias relativas respecto a unos valores estándares, de modo que varía entre cero y uno. La fórmula general de cada componente del IDH es (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2000):

$$\text{Índice} = \text{Valor } x_i \text{ actual} - \text{valor } x_i \text{ mínimo} / \text{Valor } x_i \text{ máximo} - \text{valor } x_i \text{ mínimo}$$

Para el cálculo del índice se han establecido los siguientes valores mínimos y máximos:

- Esperanza de vida al nacer: 25 años y 85 años
- Tasa bruta de matriculación combinada: 0% y 100%
- PIB per cápita (PPA en dólares): 100 dólares y 40.000 dólares

Estos valores máximos y mínimos son límites ficticios, que no pertenecen realmente a ningún país. Fue a partir de 1994 cuando el PNUD sustituyó los límites reales por estos límites ficticios, al objeto

de evitar incongruencias debidas a la inestabilidad de los resultados, tales como que la mejora en el resultado del país con el peor valor haga disminuir el IDH de países terceros (Morán Álvarez. 1996). Desde entonces se han usado los mínimos observados y los máximos previstos en un periodo, hacia atrás o hacia adelante, de 30 años.

El IDH no refleja las disparidades internas de los países, por ejemplo entre hombres y mujeres. Por esta razón el PNUD introdujo el **Índice de Desarrollo relativo al Género (IDG)**, que utiliza las mismas variables que para el cálculo del IDH pero su finalidad es la medición de las desigualdades de género en el desarrollo humano (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2000).

### 4.7.3 Indicadores de riesgo político

---

Los indicadores de riesgo político miden la inestabilidad política a través de *ratings* específicos. Estos indicadores evalúan el riesgo de inversión en los países, pero también reflejan la calidad de sus instituciones y los riesgos de inestabilidad de los gobiernos, y por tanto, entrañan un significado social, en tanto en cuanto naciones poco atractivas para los inversores sumidas en un clima de incertidumbre política tienen su fiel reflejo en sociedades pobres, y con graves déficits sociales y económicos.

Entre los ratings de mayor resonancia destacan los siguientes (World Bank. 2003):

- 1) El **ICRG (International Country Risk Guide)** recoge información sobre 22 componentes de riesgo, agrupado en tres categorías principales: política, financiera y económica. El riesgo se evalúa en un número final que varía de 0 a 100. Valores por debajo de 50 indican muy altos riesgos y superiores a 80 muy bajo riesgo.
- 2) El **Institutional Investor Country Credit Rating** se basa en información de grandes bancos internacionales. El indicador varía de 0 a 100 y se obtiene a partir de las respuestas de los bancos ponderada en función de la cobertura internacional y la sofisticación del sistema de análisis de cada banco.
- 3) El **Euromoney Country Creditworthiness** presenta nueve categorías ponderadas, relativas a la cobertura de la deuda, el comportamiento económico, el riesgo político y el acceso a los mercados financieros y de capitales. Utiliza una escala de 0 a 100 y emplea analistas políticos y económicos complementados con datos cuantitativos sobre deuda y acceso a los mercados de capitales.

## 4.8 ENFOQUE SOCIO-ECONÓMICO-AMBIENTAL

---

En los puntos anteriores se han descrito indicadores que trataban de forma parcial distintos componentes de la sostenibilidad, sin aplicar un enfoque compuesto de los componentes que la conforman. El objeto de este apartado es presentar indicadores y sistemas de indicadores que traten tanto aspectos económicos, como sociales y medioambientales. Por este motivo se abordan, en primer lugar, los indicadores sintéticos socio-económico-ambientales, que han partido de la meta de establecer un único indicador compuesto, para tratar con posterioridad las iniciativas encaminadas a impulsar conjuntos o sistemas de indicadores socio-económico-ambientales.

## 4.8.1 Indicadores sintéticos socio-económico-ambientales

---

### 4.8.1.1 Indicadores de calidad de vida

A raíz del movimiento de los indicadores sociales de la década de los 70 se confeccionaron una serie de índices que trataban de medir la calidad de vida. Son en general indicadores socioeconómicos a los que se les suman determinadas variables medioambientales. En las líneas siguientes se describen dos ejemplos de este tipo de indicadores.

#### 4.8.1.1.1 Índice de calidad de vida de Pierce County

El índice ha sido desarrollado en Pierce County (Washington, Estados Unidos) por el Departamento de Servicios Comunitarios. La metodología empleada sigue los siguientes pasos (Pierce County Department of Community Services. 1998):

- 1) Recopilación de datos
- 2) Cálculo de variables primarias
- 3) Cálculo de valores normalizados, dividiendo los resultados por el valor obtenido en el año de referencia (1990).
- 4) Cálculo del índice agregado

Los indicadores están diseñados de modo que un incremento del indicador mida un incremento en la calidad de vida en cada subgrupo de indicadores. Los subgrupos principales son:

- 1) Acceso a la vivienda (porcentaje de ingresos medios familiares respecto el precio medio de la vivienda o de los alquileres, número de casas subsidiadas por persona).
- 2) Medio ambiente limpio (porcentaje de días con buena calidad del aire, número de empleo industrial por unidad de emisiones a la atmósfera o de vertidos, número de hogares por Mwh residencial consumido, empleo generado por Mwh del comercio y la industria,)
- 3) Coste efectivo de las infraestructuras (inverso del precio del tratamiento de aguas residuales urbanas, porcentaje de residuos sólidos urbanos reciclados, ...).
- 4) Oportunidades culturales y recreativas (apartado de cultura: número de préstamos de la biblioteca pública por persona..., apartado de recreo: acres de parques por persona, centros comunitarios por persona..., excelencia educacional: porcentaje de distritos con notas medias igual o superior a la media del estado...
- 5) Sistemas de transporte regional efectivos: (congestión del viario: número de personas por coche, etc.).
- 6) Economía sana: número de empleos, tipo de empleos: porcentaje de empleos técnicos, profesionales y directivos, número de empleos en la industria básica, porcentaje de empleo no concentrado en las mayores cinco industrias, ingresos medios por trabajo, porcentaje de sueldo necesario para satisfacer las necesidades básicas, número de establecimientos empresariales...
- 7) Salud y seguridad de las personas y bienes: índice de crímenes, accidentes de tráfico, llamadas de emergencia o fuego. En el ámbito sanitario: inverso de muertes infantiles por cada 1000 nacimientos, inverso de muertes de cáncer por cada 100.000 habitantes, inverso de

muerres por ataques de corazón por cada 100.000 habitantes...).

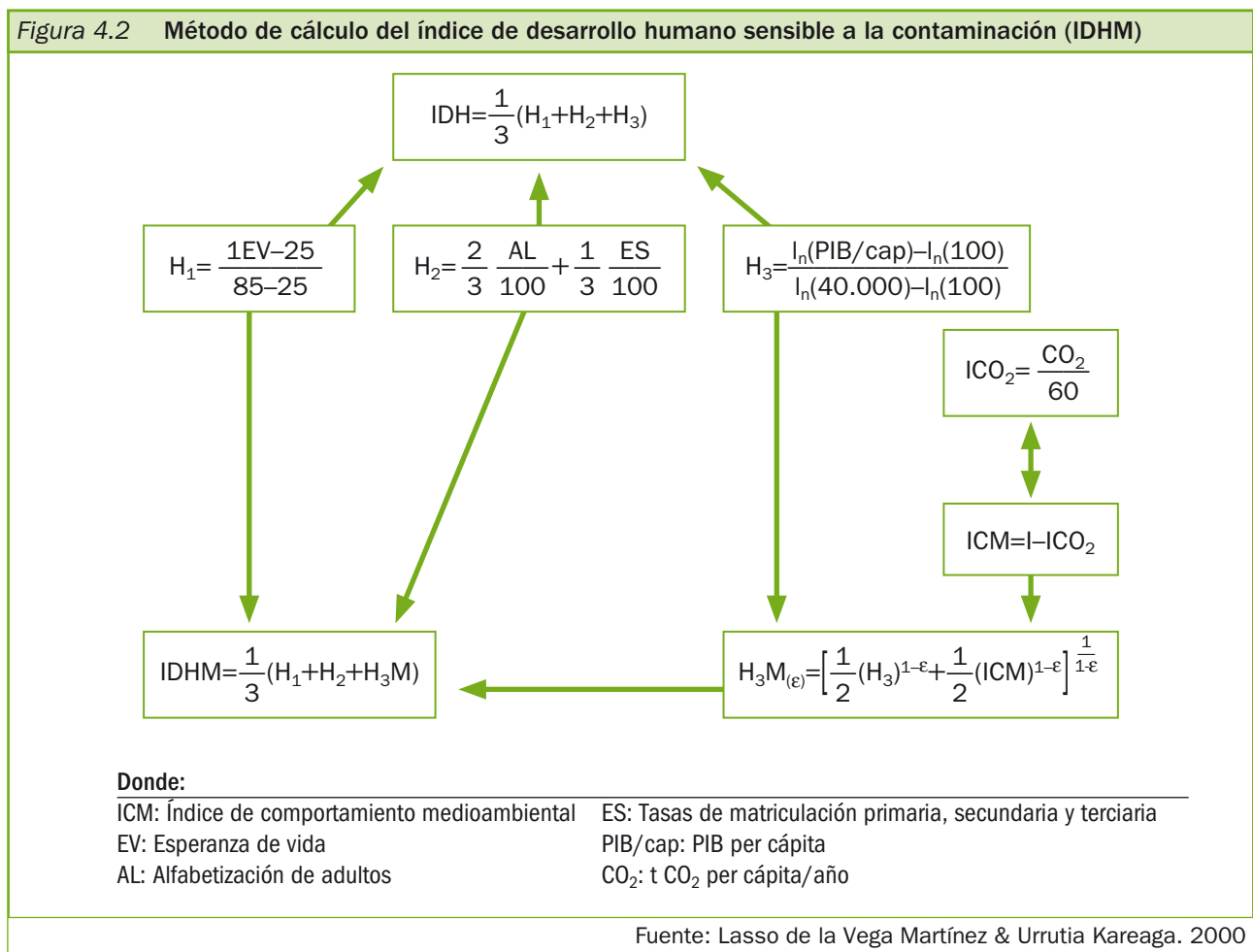
#### 4.8.1.1.2 Índice de bienestar social provincial

Se trata de un indicador publicado en el Anuario Social de España 2003 por la Fundación La Caixa que incluye doce componentes: 1) índice de renta, 2) índice de salud, 3) índice de servicios sanitarios, 4) índice de nivel educativo, 5) índice de oferta cultural y de ocio, 6) índice de empleo, 7) índice de condiciones del empleo (calidad del empleo), 8) índice de vivienda y equipamiento del hogar, 9) índice de accesibilidad económica y seguridad vial, 10) índice de convivencia y participación social, 11) índice de seguridad ciudadana y medioambiental y 12) índice de entorno natural y clima.

Los doce componentes han sido contruidos por la agregación de la información recogida en las variables inicialmente seleccionadas para cada componente, utilizando el método estadístico DP2 de Pena Trapero, el cual pondera cada componente en función del grado de correlación entre cada uno de ellos y el indicador sintético global, en un proceso iterativo que tiene su fin al llegar a un punto de convergencia (Fundación La Caixa. 2003).

#### 4.8.1.2 Índice de desarrollo humano sensible a la contaminación

El Índice de Desarrollo Humano sensible a la Contaminación (**IDHM**) es un Índice de Desarrollo Humano “corregido” para incluir un componente ambiental: las emisiones industriales per cápita. La figura 4.2 muestra la metodología de cálculo del índice (Lasso de la Vega Martínez & Urrutia Kareaga. 2001).



Los autores del IDHM reconocen que es un índice a completar en el futuro, incorporando otros contaminantes y variables ambientales como la deforestación, así como el consumo de energía y de otros recursos agotables.

#### 4.8.1.3 Capital total per cápita

El capital o riqueza total es la suma de tres grandes componentes valorados económicamente (Hamilton & Dixon. 2000; Kunte, Hamilton, Dixon, & Clemens. 1998):

- 1) Capital natural. Es la suma del valor stock de recursos renovables y no renovables -suelo agrícola, suelos para pastos, madera, beneficios no maderables del bosque (caza, recreo y turismo), áreas protegidas, petróleo, carbón, gas natural, metales y minerales.
- 2) Capital físico. Se corresponde con la suma del valor del stock de estructuras, maquinaria y equipos y suelo urbano.
- 3) Capital humano. Calculado residualmente a partir del Producto Nacional Bruto no agrícola, más los salarios agrícolas, menos la renta de los minerales y los combustibles fósiles, restando la depreciación del capital físico.

El capital total per cápita es el resultado de dividir el capital total por la población. No se incluye en el análisis los recursos de la pesca, el agua ni todas las funciones de los sistemas naturales que actúan funcionalmente como soporte ecológico para la vida. Pese a considerar a los espacios naturales protegidos, sólo los valora en tanto valor del coste de oportunidad como tierra de pastos. Un resultado interesante de la aplicación de este indicador es que el principal factor limitante de las naciones no es tanto su capital físico como su capital humano.

#### 4.8.1.4 Ahorro genuino

El Ahorro Genuino (*Genuine Saving*) es un indicador que trata de medir el ahorro real de una economía descontando del ahorro producido la degradación de una serie de recursos naturales y la inversión en capital humano medido como gastos en educación. El concepto de Ahorro Genuino fue desarrollado por David Pearce, Giles Atkinson y Kirk Hamilton (Simmons, Lewis, & Barret. 2000). En el caso de tomar valores negativos se considera que la economía es insostenible, puesto que el ahorro económico conseguido no es capaz de compensar los gastos imputables a la degradación ambiental.

El Banco Mundial ha modificado en el 2003 el concepto de Ahorro Genuino, sustituyéndolo por el de **Ahorro Neto Ajustado** (*Adjusted Net Savings*) (World Bank. 2003). Los cambios residen en que antes en el Ahorro Genuino las deducciones imputables a la degradación ambiental se hacían sobre el Ahorro Bruto Doméstico, y no sobre el Ahorro Neto Nacional, como se hace en la nueva versión, así como en la introducción de un nuevo factor referente a los daños imputables a las emisiones de partículas.

De este modo la expresión del nuevo indicador es la siguiente:

$$\text{Ahorro Neto Ajustado} = \text{Ahorro Neto Nacional} + \text{Gastos en educación} - \text{Agotamiento de recursos energéticos} - \text{Agotamiento de recursos forestales} - \text{Agotamiento de recursos minerales} - \text{Daños por emisiones de CO}_2 - \text{Daños por emisiones de partículas}$$

Donde;



Ahorro Neto Nacional: es el Ahorro Bruto Nacional menos el valor del consumo de capital fijo (depreciación), siendo éste último el valor de reemplazo del capital usado en el proceso de producción.

Gastos en educación: se refiere al gasto en educación considerando salarios y excluyendo inversiones de capital en edificios y equipos.

Agotamiento de recursos energéticos: es el producto de las rentas unitarias de los recursos energéticos (carbón, petróleo y gas natural) por la cantidad física extraída.

Agotamiento de recursos forestales: es el producto de las rentas unitarias de los recursos y el exceso de madera recolectada respecto al crecimiento natural forestal.

Agotamiento de recursos minerales: es el producto de las rentas unitarias de los recursos minerales por la cantidad física extraída.

Daños por emisiones de CO<sub>2</sub>: estimado en 20 \$ por tonelada de carbón multiplicado por el número de toneladas emitidas.

Daños por emisiones de partículas: calculadas por la disponibilidad al pago para evitar la mortalidad atribuida a emisiones de partículas inferiores a las 10 micras a causa de enfermedades cardiopulmonares y cáncer de pulmón en adultos, así como a infecciones agudas respiratorias en niños.

#### **4.8.1.5 Pib verde**

Al estudiar el epígrafe de la contabilidad ambiental se indicó que las cuentas satélites no culminan corrigiendo al PIB, pues los datos medioambientales no son valorados monetariamente, aunque éstos pueden servir para el cálculo de un PIB “verde”.

Sin embargo, el objetivo del denominado popularmente PIB “verde” o corregido es reflejar en los indicadores macroeconómicos de producción (PIB, Producto Nacional Neto, Producto Nacional Bruto) una serie de ajustes, en particular la depreciación sufrida por los activos medioambientales y los efectos sociales derivados del aumento de la contaminación ambiental (Castro . 2002), que no son contabilizados en el PIB convencional de los Sistemas de Cuentas Nacionales.

Gran parte de los gastos de las economías se dedican no tanto a obtener bienes como a corregir o evitar los males causados por la propia economía; gastos en sanidad, contra enfermedades profesionales o para paliar los efectos de los accidentes de circulación (Martínez Alier. 1998). Los efectos totales de las catástrofes tecnológicas -por ejemplo, los accidentes de Chernóbil, Seveso, Prestige o de Aznalcóyar- en los sistemas convencionales de contabilidad no se registran adecuadamente. En estos casos el PIB y otras macromagnitudes de crecimiento económico pueden incluso aumentar a causa de subvenciones y equipos de descontaminación, pagados en gran parte por las administraciones públicas, lo que nos lleva a resultados ciertamente paradójicos. Ergo han de incluirse los llamados *gastos defensivos* (Claude. 1997), que tratan de reflejar los gastos de protección y reparación del medio ambiente no tratados satisfactoriamente en los Sistemas de Cuentas Nacionales.

Las críticas al PIB verde se centran, por un lado, en que al no estar estandarizadas las metodologías no resultan comparables, y por otro lado, en que no proporciona información relevante a los gestores sobre las causas y los problemas ambientales (Hecht. 1999).

#### 4.8.1.6 Índice de bienestar económico sostenible

El Índice de Bienestar Económico Sostenible (*Index of Sustainable Economic Welfare: ISEW*) fue propuesto por Daly y Cobb en 1989. Introduce elementos no monetarizados que aumentan el bienestar general (por ejemplo, trabajo en el hogar) así como elementos que lo disminuyen - gastos defensivos públicos por degradación ambiental, depreciación del capital natural - (Hanley, Moffat, Faichney, & Wilson. 1999). El ISEW multiplica el gasto del consumidor por el coeficiente de Gini, dando así más peso al gasto de las familias con menores ingresos (Ecotec-UK. 2001).

El Indicador de Progreso Genuino (*Genuine Progress Indicator: GPI*) es un desarrollo del ISEW propuesto por Cobb et al en 1995 (Hanley, Moffat, Faichney, & Wilson. 1999). La diferencia respecto al GPI es que excluye los gastos defensivos en salud y educación e incluye la deducción de los costes por pérdida de tiempo de ocio, desempleo y pérdida de bosques.

Las críticas que se realizan a este indicador son la dificultad en valorar económicamente sus componentes (Ecotec-UK. 2001), así como su arbitrariedad (Hanley, Moffat, Faichney, & Wilson. 1999).

#### 4.8.1.7 Barómetro de sostenibilidad

Es un indicador basado en un método visual que combina el bienestar humano y el bienestar de los ecosistemas, asignando un índice a cada componente. El Bienestar Humano comprende cinco dimensiones: salud y población, riqueza, conocimiento y cultura y equidad. Por su parte, el Bienestar de los Ecosistemas comprende a las variables de suelo, agua, aire, especies y genes y uso de los recursos (United Nations.Division for Sustainable development. 2001b).

Los usuarios son los que deciden la opción de cálculo del indicador: media, media ponderada o menor/mayor valor de la serie (Cleveland, Kaufmann R.K., & Stern D.I. 2000).

#### 4.8.1.8 Índice de comportamiento político

La Comisión para el Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas ha aplicado un Índice de Comportamiento Político -*Policy Performance Index* o **PPI**. El Índice de Comportamiento Político (Jesinghaus. 1999) es un método de representación visual que agrega información relativa a un Índice de Presión Ambiental, un Índice Social y un Índice de Comportamiento Económico. La metodología consta de los siguientes pasos (Ecotec-UK. 2001):

- Selección de los indicadores a partir de los cuales se construirá el índice.
- Conversión de cada serie de indicador en un índice. Para ello se asigna el valor 0 a la nación con el valor peor y 1000 a la de mejor valor. Los valores para el resto de países se obtienen mediante interpolación lineal.
- Ponderación de cada indicador mediante un panel de expertos u otro método para la obtención de consenso.
- Generación final del índice agregado.

Este índice ha sido aplicado en el denominado modelo *Dashboard*, que es un sistema de representación gráfica de las naciones en el que el rojo representa un comportamiento desfavorable, el amarillo un comportamiento medio, el verde un comportamiento favorable y el celeste la falta de datos dispo-

nibles para cada componente de la sostenibilidad.

El sistema de puntuación del PPI adolece de un problema, y es que la puntuación se asigna en función del mejor y peor comportamiento de cada año. Esto conlleva un problema de comparación en el tiempo al no disponer de valores límites fijos.

#### **4.8.1.9 Índice de sostenibilidad ambiental**

El Índice de Sostenibilidad Ambiental (*Environmental Sustainability Index: ESI*) es un indicador que ha sido desarrollado por el Foro Económico Mundial, la Universidad de Colombia y el Centro de Yale para la Política Ambiental. Según los autores del ESI se trata de un indicador de sostenibilidad ambiental, aunque *de facto* comprende, aparte de variables de naturaleza ambiental -que constituyen el mayor montante- aspectos sociales (las agrupadas en el componente de vulnerabilidad humana, caso del porcentaje de población desnutrida), y algunas de naturaleza económico-ambiental, por ejemplo CO<sub>2</sub> emitido por dólar de PIB, índice de logro tecnológico, o el porcentaje de empresas elegibles que forman parte del Índice Dow Jones de Sostenibilidad.

En el proceso de valoración del índice no se consideraron los países con poblaciones inferiores a los 100.000 habitantes o los 5.000 km<sup>2</sup>, así como los que carecían de suficientes datos para generar el indicador (World Economic Forum, Columbia University, & Yale Center for Environmental Law and Policy. 2002).

#### **4.8.1.10 Índice de Sostenibilidad de las naciones de Kees Zoeteman**

El Índice de Sostenibilidad de las naciones elaborado por Kees Zoeteman mide el nivel de sostenibilidad de 24 naciones considerando el mismo peso para los índices económico, ambiental y social (Zoeteman. 2003). A la vista de la tabla 4.1 (página siguiente) nos surge una interrogante: ¿tiene sentido premiar el número de coches sin límite alguno?. Ello pone de manifiesto la importancia de realizar un estudio previo de viabilidad y coherencia del indicador compuesto, pues de lo contrario puede inducir a resultados irreales o inconsistentes.

#### **4.8.1.11 Indicador de sostenibilidad del Zürcher Kantonalbank**

El Indicador de Sostenibilidad del Zürcher Kantonalbank (ZKB) es un indicador dirigido fundamentalmente a inversores que compara el comportamiento en materia de sostenibilidad de los distintos países de la OCDE (Zürcher Kantonal Bank. 2002). Considera un *rating* ambiental y un *rating* social que es finalmente agregado en el indicador sintético. Para ello se basa en primer lugar en los valores más altos y más bajos de la serie de datos, y posteriormente realiza una interpolación lineal puntuando de 0 a 10. Todos los indicadores están ponderados igualmente, por lo que se aplica una media simple para cada área (área ambiental y social).

Los autores del Indicador de Sostenibilidad del Zürcher Kantonalbank afirman que no contemplan la sostenibilidad económica ya que los *ratings* tradicionales de crédito cubren holgadamente este aspecto. Visto así, el *rating* de sostenibilidad es una adición al *rating* financiero convencional (Zürcher Kantonal Bank. 2002). No obstante lo anterior, un *rating* financiero convencional no mide exactamente la sostenibilidad de una economía, y el Indicador de Sostenibilidad del ZKB contempla de hecho algunos indicadores económicos: porcentaje del PIB asignado a investigación, número de patentes per cápita, número de servidores de internet por cada 1000 personas, proporción de exportaciones de alta tecnología. En consecuencia, podemos decir que es un indicador socio-económico ambiental, aunque predomine indudablemente el enfoque ambiental y social respecto al enfoque económico.

Tabla 4.1 Índice de sostenibilidad de las naciones de Kees Zoeteman					
INDICADOR	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD				
	1	2	3	4	5
<b>Indicadores de recursos ambientales</b>					
Valor del capital natural (1990) (1000 \$ US/cápita)	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 30	> 30
Extracción anual de recursos hídricos (1970-1998)	> 100	30 - 100	10 - 30	1 - 3	< 1
% del bosque potencial	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
<b>Indicadores de contaminación ambiental</b>					
Emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita (t) (1995)	> 12	4 - 12	1.2 - 4	0.4 - 1.2	< 0.4
CO <sub>2</sub> por dolar del PIB (t/1000 \$ US) (1995)	> 3.2	0.8 - 3.2	0.2 - 0.8	0.05 - 0.2	< 0.05
Concentración máxima de plomo en la gasolina (gr/l) (1991-1996)	> 0.75	0.5 - 0.75	0.25 - 0.5	0.1 - 0.25	< 0.1
<b>Indicadores sociales</b>					
Esperanza de vida (años) (1995-2000)	< 50	50 - 65	65 - 75	75 - 80	> 80
% Población urbana conectada a saneamiento (1993)	< 10	10 - 80	80 - 98	98 - 99.5	> 99.5
Homicidios en medio urbano por 100.000 habitantes (1993)	> 27	9 - 27	3 - 9	1 - 3	< 1
% gastos del PIB en Seguridad Social (1985 - 1990)	< 0.6	0.6 - 2	2 - 7	7 - 25	> 25
Ratio de matriculación combinada en primer, segundo y tercer nivel educativo (%) (1993)	< 40	40 - 60	60 - 80	80 - 95	> 95
<b>Indicadores económicos</b>					
Población activa en el sector servicios (1990)	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Número de coches/1000 habitantes (1993)	< 58	58 - 115	115 - 230	230 - 460	> 460
Número de líneas de teléfono por 100 habitantes (1991)	< 1	1 - 20	20 - 40	40 - 60	> 60
Valor del capital artificial producido (1990) (1000 \$ US /cápita)	< 1.6	1.6 - 5.7	5.7 - 20	20 - 70	> 70

Fuente: Zoeteman, K. (2003)

#### 4.8.1.12 Índice de desarrollo urbano

El Índice de Desarrollo Urbano (*City Development Index: CDI*) fue desarrollado por el Centro de Asentamientos Humanos de Naciones Unidas (Habitat), en el marco del programa de indicadores urbanos. Consta de los siguientes índices (United Nations.Division for Sustainable development. 2001b):

- 1) Índice de infraestructuras: compuesto por el porcentaje de hogares conectados a servicios (agua, saneamiento, electricidad, teléfono), y el porcentaje de hogares con acceso a agua potable.
- 2) Índice de Residuos: porcentaje de tratamiento de residuos y aguas residuales.
- 3) Índice de Salud: considera el número de camas de hospitales y la mortalidad infantil.
- 4) Índice de Educación: clases escolares en educación primaria y secundaria.
- 5) Índice del Producto de la Ciudad: referente al consumo per cápita.

El CDI, atendiendo a su composición, es de naturaleza fundamentalmente socio-ambiental, ya que el

componente económico es tratado sólo en uno de sus cinco índices.

#### 4.8.1.13 Indicadores socio-económico-ambientales en la empresa

##### 4.8.1.13.1 Índice Dow Jones de sostenibilidad

La globalización económica favorece el proceso de crecimiento de las economías privadas, de tal suerte que el peso específico de las administraciones es cada vez menor respecto al de las grandes multinacionales. Un ejemplo: la empresa Siemens genera una producción superior al PIB de Portugal, y cuenta con una presencia internacional en más de 160 países (AMDPress. 2003a).

Este panorama, junto al creciente valor de la sostenibilidad para accionistas e inversores, se ha reflejado en los índices bursátiles. Así, el Índice Dow Jones de Sostenibilidad (*Dow Jones Sosteianability Index: DJSI*) se lanzó en 1999 (Cerin & Dobers. 2001), a partir del parternariado entre Dow Jones Global Indexes y la empresa suiza SAM. En el año 2001, en Estados Unidos, las 200 empresas que forman parte del Dow Jones Sustainability Index obtuvieron mejores resultados que el resto. Este índice está integrado por el 10% de las empresas de cada uno de los sectores que cotizan en el Dow Jones y que cumplen mejor que sus homólogas con los principios sociales y medioambientales del Desarrollo Sostenible (El País. 4 de marzo del 2001).

La metodología del indicador consiste en la valoración de las empresas a través de un cuestionario, de terceros documentos y de contactos personales. Todas las cuestiones reciben una puntuación, siendo la puntuación total igual al sumatorio del producto de la puntuación de la pregunta por el peso de la cuestión y por el peso del criterio, para todos los criterios establecidos (SAM. 2002).

El DJSI trata de asesorar acerca de un asunto tan importante como es el estudio de las oportunidades y riesgos en el comportamiento medioambiental, social y económico de las compañías. Sin embargo, conviene reseñar algunas de sus **limitaciones**:

- 1) El Índice Dow Jones de Sostenibilidad es un índice bursátil, enfocado fundamentalmente hacia los inversores o accionistas como grupo de “*stakeholders*” principal. La sostenibilidad de la empresa a medio y largo plazo, y la de los valores de las acciones en consecuencia, se erigen como objetivos fundamentales. No es un indicador integral de Desarrollo Sostenible de la empresa en sentido amplio, como lo pueden entender otras partes interesadas, tales como colectivos ecologistas, políticos, ciudadanos no inversores, administraciones públicas o investigadores del Desarrollo Sostenible. Es decir, no evalúa si una empresa es sostenible o no, sino cuál es su posición relativa en cuanto a gestión de la sostenibilidad respecto al resto de empresas que cotizan en el Índice Dow Jones Global.
- 2) Sólo es aplicable a empresas que cotizan en bolsa, por lo que se trata de un “benchmarking” parcial en cuanto a grado de cobertura.
- 3) En cuanto a los criterios de ponderación empleados en el DJSI, no se aprecia una justificación objetiva clara de los criterios, pesos y subcriterios contemplados. ¿Qué grado de arbitrariedad encierran? ¿Cuáles son exactamente los criterios específicos de cada sector industrial?. No es por tanto un índice con una transparencia plena. Se comunican los resultados globales pero no se detallan los datos sobre los que se sustentan las valoraciones.
- 4) No se aprecia la existencia de valores mínimos a cumplir. Parece inherentemente que se asume una sustituibilidad total entre las tres dimensiones de la sostenibilidad (social, económica

y medioambiental) en línea con una óptica de sostenibilidad débil. ¿Quiere decir esto que se pueden obtener puntuaciones altas indistintamente mediante la compensación de valores críticos en una dimensión, por ejemplo en la dimensión ambiental o social, con puntuaciones altas en otra dimensión, por ejemplo en la dimensión económica?. Por otra parte, al ser un indicador aplicable normalmente a grandes multinacionales, su evaluación final en el índice puede esconder resultados críticos de sostenibilidad en determinados centros o elementos de la cadena de valor de la empresa, sin que quede reflejado en los resultados que se presentan finalmente al público.

- 5) El DJSI es un indicador relativo, carente de valores fijos absolutos, y que por tanto, depende exclusivamente del posicionamiento relativo de una empresa respecto al resto. Esto quiere decir que se puede obtener un valor alto en el ranking DJSI simplemente porque ese año el nivel medio de excelencia de la sostenibilidad del resto de empresas es bajo. Por otra parte, la garantía de un comportamiento sostenible no se tiene por el mero hecho de pertenecer al índice. Finalmente, los cambios por adquisiciones de la empresa pueden introducir modificaciones sustanciales en el comportamiento del índice, y por tanto, han de tenerse presentes a la hora de interpretar la evolución de una empresa y del sector en el que se inserta.

#### **4.8.1.13.2 Análisis de línea de producto**

Este indicador se aplica no a empresas, sino a productos. Se trata de una metodología alemana que pretende analizar durante todo el ciclo de vida de un producto o servicio los aspectos ambientales, así como los costes y beneficios sociales y económicos. Su grado de desarrollo es bajo en la actualidad (Fullana & Puig. 1997; Klöpfer. 2002).

#### **4.8.1.14 Indicadores socio-económico-ambientales para proyectos**

En el apartado de indicadores ambientales se apuntó que, si bien los Estudios de Impacto Ambiental están obligados por la legislación vigente a tratar los impactos sociales y económicos, la práctica dominante es que presentan un sesgo acusado hacia el plano ecológico-ambiental. Sin embargo, cuando se aplican métodos cuantitativos de impactos como el método Battelle, los resultados se agregan en un único número final que resume la valoración socio-económico-ambiental del proyecto, lo cual le convierte en efecto en un indicador sintético.

Los sistemas de Evaluación de Impactos Ambientales (E.I.A) no están diseñados exactamente para valorar la sostenibilidad de un proyecto. Existen claras diferencias en cuanto a nivel de escala espacio-temporal y grado de regulación normativa. Mientras que los E.I.A están dirigidos a analizar escalas espacio-temporales reducidas, las evaluaciones de sostenibilidad tienen por objeto escalas más amplias y no están sujetas a ningún tipo de legislación específica. La Evaluación Ambiental Estratégica (E.A.E) de políticas, planes y programas se desarrolla con escalas generalmente superiores a la del proyecto, por lo que estaría más próxima a lo que hemos denominado evaluaciones de sostenibilidad. Sin embargo, esta categoría de evaluación de impactos ambientales se encuentra en una fase de menor desarrollo metodológico, en comparación con la evaluación ambiental de proyectos a escala micro, mucho más implantada.

### **4.8.2 Sistemas de indicadores socio-económico-ambientales**

---

En el capítulo 3 definíamos un sistema de indicadores como un conjunto ordenado de variables sintéticas cuyo objetivo es proveer de una visión totalizadora respecto a los intereses predominantes relativos a la realidad objeto de estudio. En el apartado 4.8.1 se han tratado indicadores sintéticos

socio-económico-ambientales, es decir compuestos por distintas variables y agregadas mediante algún algoritmo específico. La finalidad del presente epígrafe es introducir las principales aproximaciones de los sistemas de indicadores socio-económico-ambientales, mostrando algunos ejemplos a diferentes niveles: internacional, nacional, subnacional, local, en la empresa y en los proyectos.

#### 4.8.2.1 Sistemas internacionales de indicadores socio-económico-ambientales

Los sistemas internacionales de indicadores socio-económico-ambientales están dirigidos fundamentalmente a la comparación de naciones o agrupaciones de éstas. Podemos distinguir en primer lugar entre aquellos sistemas de indicadores que proporcionan información sobre el conjunto de las naciones, y los que lo hacen sobre el mundo en su totalidad. En el primer caso se sitúan los sistemas de indicadores de Naciones Unidas, el Banco Mundial y el Instituto de Recursos Mundiales. Bajo la segunda categoría se encuentra igualmente el Instituto de Recursos Mundiales y el Worldwatch Institute, aunque el Banco Mundial y Naciones Unidas, a través de sus distintos departamentos, ofrecen un conjunto de indicadores globales. Una tercera categoría de sistemas de indicadores socio-económico-ambientales sería la compuesta por los indicadores de organizaciones político-económicas como la OCDE y la Unión Europea, esta última a través de la Oficina Estadística de la Comisión Europea (EUROSTAT).

El libro azul de la Comisión de Desarrollo Sostenible de **Naciones Unidas** propuso un listado de indicadores con cuatro categorías: económica, social, ambiental e institucional. Los indicadores los clasificaba a su vez en (EUROSTAT. 1998):

- 1) Indicadores de fuerza motriz, que indican cuáles son las actividades, los procesos y los modelos humanos que tienen incidencia sobre el desarrollo sostenible
- 2) Indicadores de estado, que vienen a ser una fotografía de la situación actual de cada sistema de estudio
- 3) Indicadores de respuesta por parte del hombre y de las instituciones

En definitiva, este sistema de indicadores emplea el denominado modelo Presión-Estado-Respuesta propugnado por la OCDE y ampliamente utilizado en los sistemas de indicadores.

El **Banco Mundial** ofrece información de más de 500 indicadores que cubren el ámbito social, el medio ambiente y la economía de 152 países. Como reza en la publicación de 2003, el objeto de los Indicadores de Desarrollo Mundial es presentar una foto estadística del mundo visto desde los economistas del desarrollo y estructurada en los capítulos de población, medio ambiente, economía, estados y mercados y relaciones globales.

A la luz de esta carta de presentación se deja entrever el corte economicista empleado en este amplísimo conjunto de indicadores. En dicha presentación se expresa que: “como nuestro conocimiento del proceso de desarrollo ha aumentado así también lo ha hecho nuestro número de indicadores de desarrollo mundial”. Es sin embargo discutible si una mayor comprensión de los procesos de desarrollo, y más aún, de los procesos de Desarrollo Sostenible, supone necesaria e idealmente incrementar la ya ingente lista de indicadores existente.

Las estadísticas no son sinónimos de los sistemas de indicadores. Éstas son fuentes imprescindibles en tanto los datos constituyen la materia prima que alimentan el progreso científico, y por supuesto, a los sistemas de indicadores. Pero los sistemas de indicadores no terminan, sino que

empiezan con los datos estadísticos. Quiere decir esto que lo crucial en un sistema de indicadores, es que, ante todo, y pese a lo obvio de esta afirmación, constituya un *sistema* en sí mismo. Por consiguiente, los indicadores han de estar seleccionados en un número no muy elevado, empleando variables sintéticas, ergo *indicadores*, a partir de un modelo previo que justifique la ordenación y elección realizada, así como de las relaciones entre las partes. Por último, el sistema de indicadores ha de proveer una visión totalizadora de los intereses representados y, en consecuencia, no ha de presentar enfoques sesgados.

Con una clara vocación internacional, el **Instituto de Recursos Mundiales** publica un conjunto de indicadores ambientales, sociales y económicos para un gran número de países del mundo (Instituto de Recursos Mundiales. 2003).

Con todo, la aplicación de sistemas de indicadores socio-económico-ambientales a escala mundial es menos frecuente que para la comparación de países. El *Worldwatch Institute* emite indicadores de este tipo a escala planetaria. Por su parte, el Instituto de Recursos Mundiales, el Banco Mundial y Naciones Unidas (esta última institución, por medio de sus distintos departamentos) ofrecen un conjunto de indicadores mundiales. Como se ve, estos organismos se centran en las naciones más que en el conjunto mundial. De facto, los indicadores para los que existe una cobertura mundial se refieren a un grupo bastante más reducido de indicadores.

La aplicación de sistemas de indicadores socio-económico-ambientales al planeta cuenta con escasas iniciativas. Los trabajos del **Club de Roma** en los 70 (Meadows, Meadows, & Randers. 1992) supusieron un gran acontecimiento en aquel momento, y un enorme esfuerzo en el desarrollo de modelos formales que simularan la evolución del mundo para distintos escenarios. Estos modelos, por ejemplo el *World 3* contemplaban como variables del estado del mundo a la población, la producción total de alimentos, la producción total industrial, el índice de contaminación persistente y los recursos renovables. Por otro lado, el nivel material de vida se medía con variables como alimentos per cápita, bienes de consumo per cápita, servicios per cápita y expectativas de vida.

Para acabar, el sistema **PoleStar** (Kemp-Benedict, Heaps, & Raskin. 2002; Raskin, Banury, Gallopín, Gutman, Hammond, & Kates. 2002) es un programa informático que contiene indicadores mundiales económicos, sociales y ambientales y permite examinar escenarios alternativos de desarrollo. Ha sido desarrollado por el Instituto Ambiental de Estocolmo y el Instituto Boston Tellus.

#### **4.8.2.2 Sistemas nacionales de indicadores socio-económico-ambientales**

Países como Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Luxemburgo, Holanda, Suecia, Reino Unido y Estados Unidos han elaborado sistemas de indicadores de sostenibilidad (Glauner & Wiedmann. 2000). En la tabla 4.2 se recoge un modelo propositivo de sistema de indicadores socio-económico-ambiental del Consejo sobre Desarrollo Sostenible del Presidente de **Estados Unidos**.

Dentro del grupo de naciones en desarrollo destaca el sistema de indicadores de Desarrollo Sostenible de **Méjico**. En este sistema de indicadores se incluyen indicadores de gran interés, por ejemplo el Producto Interno Ajustado Ambientalmente, que mide los costos por agotamiento y degradación de los recursos naturales, integrado en el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas del país. Son reseñables ciertos indicadores singulares del sistema mejicano que muestran la problemática diferencial de este tipo de países; éste es el caso de las intoxicaciones agudas por productos químicos y de las tierras afectadas por desertificación.

Otros países desarrollan un sistema de indicadores medioambientales, que en algunos casos inclu-



Tabla 4.2 Lista de indicadores socio-económico-ambientales propuesto por el Consejo sobre Desarrollo Sostenible del Presidente de Estados Unidos para 1997			
Dimensión	Indicadores de dotación	Indicadores de proceso	Indicadores de resultado
Economía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capital tangible reproducible (excluidas infraestructuras públicas)</li> <li>Residuos totales gestionados</li> <li>Nivel de habilidades de la fuerza laboral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de energía per cápita</li> <li>Porcentaje de inversión en I + D</li> <li>Uso de materiales per cápita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gastos de consumo per cápita</li> <li>Distribución de ingresos</li> </ul>
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminantes en la biota (continental y marina)</li> <li>Índice de cambio climático</li> <li>Superficie de suelos con aguas subterráneas contaminadas</li> <li>Usos del suelo</li> <li>Tipos de suelo</li> <li>Porcentaje de suelo contaminado</li> <li>Índice de calidad del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capturas de pesca respecto a crecimiento natural</li> <li>Emisiones de gases invernaderos</li> <li>Especies invasivas exóticas</li> <li>Sustancias que dañan la capa de ozono</li> <li>Madera recolectada por tasa de crecimiento maderera</li> <li>Consumo de agua respecto a tasa de renovación natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de personas que viven en áreas que no cumplen estándares de calidad del aire</li> <li>Número de visitantes a áreas de recreo</li> </ul>
Sociedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Función familiar</li> <li>Capacidad de los profesores</li> <li>Población total</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación en la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tasa de criminalidad</li> <li>Salud de la población</li> <li>% de la población con servicios adecuados de salud</li> <li>Test de puntuación según grupo económico</li> </ul>

Fuente: David Berry (1996). En Hardietal (1997)

yen indicadores de otras dimensiones, como la dimensión económica en el caso de la propuesta del tronco común de indicadores del Ministerio de Medio Ambiente de **España** (Tabla 4.3), desarrollado posteriormente el sistema en el Perfil medioambiental de España 2004. Asimismo, el Observatorio de Sostenibilidad en España (OSE) ha publicado el informe de sostenibilidad en España 2005, que completa el panorama español en cuanto a sistemas de indicadores de sostenibilidad nacional.

#### 4.8.2.3 Sistemas subnacionales de indicadores socio-económico-ambientales

Son diversas las experiencias de sistemas de indicadores socio-económico-ambientales a nivel subnacional: Kansas, Minnesota, Oregon en Estados Unidos; Alberta, British Columbia y Manitoba en Canadá (Hardi, Barg, & Hodge. 1997). En **Alberta** se partió de un conjunto de más de 850 indicadores. Sin embargo el proceso de selección final redujo el número de indicadores a una cantidad 15 veces inferior a la inicial (ver tabla 4.4).

En la cuenca central de **Honduras** denominada **La Lima** se identificó un sistema de indicadores de

Tabla 4.3 Tronco comun de indicadores del Ministerio de Medio Ambiente español (version octubre 2000)

INDICADORES AMBIENTALES			
ÁREAS	AIRE	CALIDAD DEL AIRE	1 Niveles de inmisión. Concentraciones medias anuales de NO <sub>2</sub> , partículas (PM <sub>10</sub> ) y ozono en estaciones urbanas y periurbanas
		• Zonas urbanas y periurbanas	2 Niveles de inmisión. Concentraciones medias anuales de SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , partículas (PM <sub>10</sub> ) y ozono
		• Zonas rurales	3 AOT 40 calculada a partir de valores unihorarios de mayo a julio
		CAMBIO CLIMATICO	4 Emisiones anuales de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>20</sub> por sectores de producción
		ACIDIFICACION	5 Emisiones de SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> , COV's e hidrocarburos por tipo de fuente
		AGOTAMIENTO CAPA DE OZONO	6 Producción y consumo de sustancias que agotan la capa de ozono: CFCs, HCFCs, halones y tetracloruro de carbono.
	AGUAS	CALIDAD DEL AGUA	7 Población sin tratamiento de aguas residuales o con tratamiento no conforme con la Directiva 91/271.
			8 Unidades Hidrogeológicas contaminadas por nitratos
			9 Contaminación por sustancia peligrosas de la "Lista Prioritaria"
			10 Salinización de acuíferos (costeros y de interior) de origen antrópico
			11 Embalses eutrofizados
			12 Ríos con buena calidad según índices bióticos
			13 Contaminación orgánica
		RECURSOS HIDRICOS	14 Índice de consumo de agua por sectores (agrícola, energético, industria, turismo y servicios), siendo el índice el cociente entre la demanda consuntiva (detracciones-retornos) y el recurso potencial
			15 Disponibilidad de los recursos hídricos regulados: reservas de agua embalsada
			16 Mejoras en la distribución de agua
			17 Sequías: variación de la precipitación anual en relación con la precipitación media a largo plazo
			18 Otras alternativas de producción de agua: agua potabilizada mediante técnicas de desalinización y agua recogida procedente de la lluvia
	COSTAS Y MEDIO MARINO		19 Población costera sin tratamiento de depuración de aguas residuales
			20 Número de barcos y potencia de la flota pesquera española en el Caladero Nacional
			21 Longitud de arrecife artificial
			22 Implantación de Programas de Gestión Integrada de Zonas Costeras
			23 Vertidos contaminantes al mar desde cuencas hidrográficas
			24 Contaminación en puntos críticos
			25 Costa desnaturalizada
		26 Calidad de las aguas de baño marinas	

Tabla 4.3 Tronco común de indicadores del Ministerio de Medio Ambiente español (versión octubre 2000)

<b>INDICADORES AMBIENTALES</b> (Continuación)			
<b>ÁREAS</b>	<b>RESIDUOS</b>		27 Producción anual de residuos sólidos urbanos 28 Tratamiento (destino) de los residuos sólidos urbanos 29 Producción y tratamiento de residuos peligrosos. 30 Tasa de recuperación de papel/cartón y vidrio 31 Tasa de valorización de envases y embalajes 32 Generación y destino de lodos procedentes de la depuración de aguas residuales
	<b>SUELO</b>	SUELOS CONTAMINADOS	33 Emplazamientos contaminados 34 Cambios en los usos del suelo 35 Superficie de suelo afectado por erosión
		DEGRADACION DEL SUELO	36 Superficie de suelo con riesgo de desertificación
	<b>NATURALEZA</b>	BIOVERSIDAD	37 Especies de interés comunitario sobre el total de especies autóctonas (%) 38 Especies amenazadas sobre el total de especies autóctonas (%) 39 Especies exóticas sobre el total de especies autóctonas (%) 40 Especies amenazadas con planes de acción (todas las categorías de amenaza y todos los tipos de planes de acción) 41 Especies existentes por regiones biogeográficas y grado de amenaza
		Especies	
		Hábitats	42 Población de especies amenazadas existente en Espacios Naturales Protegidos 43 Número y superficie total de hábitats de interés comunitario. Especificación de los prioritarios 44 Número y superficie de los Espacios Protegidos 45 Número y superficie de humedales 46 Gestión de los Espacios Naturales Protegidos: % de Espacios Naturales Protegidos con Planes de Ordenación y de Uso y Gestión aprobados
		ECOSISTEMAS	47 Superficie forestal por tipo de comunidades o asociaciones vegetales
		Bosques	48 Repoblación forestal 49 Superficie forestal incendiada 50 Daños en los bosques
	<b>RUIDO</b>		51 Nº de municipios con planificación y políticas para protección contra el ruido 52 Inversiones en sistemas para atenuación del ruido
	<b>MEDIO AMBIENTE URBANO</b>		53 Nº vehículos (turismos, motocicletas y autobuses) por habitante 54 Población urbana 55 Superficie de suelo vacante urbano 56 Superficie de vivienda por habitante 57 Longitud de plataformas específicas para transporte público 58 Implantación de políticas e instrumentos de la Agenda Local 21
	<b>ACCIDENTES Y SUSTANCIAS QUÍMICAS</b>		59 Comercialización y uso de sustancias químicas peligrosas 60 Accidentes y catástrofes con emisión o vertido de sustancias peligrosas

Tabla 4.3 Tronco comun de indicadores del Ministerio de Medio Ambiente español (version octubre 2000)

INDICADORES SOCIO-ECONOMICOS Y SECTORIALES			
ÁREAS	SECTORIALES	PRODUCTO INTERIOR BRUTO Y POBLACION	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Producto interior bruto, total y per cápita</li> <li>2 Evolución de la población. Densidad de población</li> <li>3 Índice de envejecimiento de la población (población &gt;64/población &gt; 15)</li> <li>4 Tasa de crecimiento demográfico</li> <li>5 Tasa neta de migración (diferencia entre el número de inmigrantes y el de emigrantes en un periodo específico en relación con la población de la zona)</li> </ol>
		ENERGÍA	<ol style="list-style-type: none"> <li>6 Emisión de contaminantes (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO y COVs) procedentes de la producción de energía y como % del total de emisiones</li> <li>7 Evolución del precio de la energía y de los impuestos asociados</li> <li>8 Consumo de energía primaria "per cápita" y por tipo de fuente: hidráulica, térmica, nuclear y alternativa (solar, eólica, geotérmica y biomasa)</li> </ol>
		TRANSPORTE	<ol style="list-style-type: none"> <li>9 Emisión de contaminantes a la atmósfera procedentes del sector: emisiones totales procedentes del transporte y su proporción respecto al total</li> <li>10 Transporte de pasajeros por modos de transporte: carretera, ferrocarril, avión, bicicleta y paseo (Pasajeros x km)</li> <li>11 Transportes de mercancías por modos de transporte: carretera, ferrocarril, avión, mar, río y tubería (tonxkm)</li> <li>12 N° de vehículos "per-cápita" por tipo de vehículos</li> <li>13 Densidad (km/ha) y longitud de la red de carreteras (carreteras y vías rápidas) y ferrocarriles</li> <li>14 Evolución de los precios de los combustibles y de los impuestos asociados</li> </ol>
		AGRICULTURA	<ol style="list-style-type: none"> <li>15 Consumo de fertilizantes: N y P (ton/ha)</li> <li>16 Consumo de plaguicidas por tipo de ingrediente activo (ton/ha y ton/ton producida)</li> <li>17 Intensidad de producción ganadera: n° de cabezas de ganado (bovino, porcino y ovino-caprino) por unidad de superficie ganadera</li> <li>18 Superficie de regadío frente a la superficie agrícola total</li> <li>19 Evolución de la superficie dedicada a la agricultura ecológica por tipo de cultivos</li> <li>20 Evolución de la superficie de cultivos forzados bajo plástico</li> </ol>
		INDUSTRIA	<ol style="list-style-type: none"> <li>21 Emisión de contaminantes (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO y COVs) procedentes de la actividad industrial y como % del total de emisiones</li> </ol>
		TURISMO	<ol style="list-style-type: none"> <li>22 N° de noches por habitante (total y en temporada alta)</li> <li>23 N° de camas por tipo de alojamiento por habitante</li> <li>24 N° de turistas internacionales por habitante</li> </ol>
		INSTITUCIONAL	GASTO EN MEDIO AMBIENTE

Fuente: Plass et al (2000)

Tabla 4.4 Sistema de indicadores de desarrollo sostenible de Alberta (Canadá)			
Nº	Indicadores	Nº	Indicadores
1	Índice de calidad del aire	35	Modo de transporte al trabajo
2	Exposición subestandar a la calidad del aire	36	Distancia media al trabajo
3	Emisiones acidificantes	37	Crecimiento poblacional
4	Sustancias que dañan la capa de ozono	38	Criminalidad urbana y rural
5	Emisiones de gases con efecto invernadero	39	Porcentaje del PIB en I+D
6	Superficie de suelo afectada por erosión y salinidad	40	PIB per cápita
7	Área total de suelos contaminados	41	PIB per cápita ajustado ambientalmente
8	Áreas protegidas para la vida silvestre	42	Porcentaje del PIB en producción secundaria y servicios empresariales
9	Número de variedades de cultivos comerciales	43	Número de servicios, productos y tecnologías ambientales exportadas
10	Número de regiones biogeográficas con áreas protegidas adecuadas	44	Deuda per cápita
11	Número y tamaño de sitios de recreo y culturales	45	Depreciación acumulada de recursos naturales
12	Porcentaje de áreas con parques	46	Grado de incumplimiento de la normativa ambiental
13	Superficie total de categoría de usos del suelo significativas	47	Regulación ambiental
14	Porcentaje de bosque aprovechado que es reemplazado adecuadamente	48	Porcentaje de legislación compatible con el Desarrollo Sostenible
15	Residuos per cápita que se llevan a vertedero controlado	49	Percepción pública de la accesibilidad a la información
16	Tamaño y distribución de zonas húmedas de interés	50	Porcentaje de organizaciones que han adoptado criterios de sostenibilidad
17	Índice de calidad de las aguas subterráneas	51	Porcentaje de descripciones de trabajos que consideren el Desarrollo Sostenible
18	Índice de calidad de las aguas lacustres	52	Educación del público en materia de Desarrollo Sostenible
19	Estado de los ríos principales	53	Ayuda a la cooperación internacional
20	Porcentaje de escurrimiento tratada	54	Porcentaje de productos y servicios que reflejan los costes de su ciclo de vida
21	Consumo de agua per cápita	55	Porcentaje de productos reciclables que se reciclan en la actualidad
22	Tasa de degradación de recursos acuáticos	56	Número de personas que participan en iniciativa de reciclado
23	Número de especies en peligro		
24	Porcentaje de especies cercanas a su tamaño objetivo		
25	Población de especies clave para Alberta		
26	Eficiencia en el uso de recursos no renovables		
27	Proporción de energía fósil y no fósil		
28	Consumo de energía per cápita		
29	Índice de empleo		
30	Nivel educativo medio		
31	Porcentaje de graduados que encuentren empleo en su campo		
32	Índice de satisfacción laboral		
33	Porcentaje de ciudadanos con bienestar		
34	Tasa de voluntarios		

Fuente: Alberta Round Table on Environment and Economy Secretariat. En Hardy et al (1997)

Desarrollo Sostenible, en un entorno de montaña tropical (Kammerbauer, Córdoba, Escolán, Ramirez, & Zeledón. 2001). Resulta interesante contrastar un sistema de indicadores de una región desarrollada, como Alberta, con otros de zonas menos desarrolladas, como el que refleja la tabla 4.5. En el

<b>Tabla 4.5 Sistema de indicadores de desarrollo sostenible de la cuenca de La Lima (Honduras)</b>	
<b>CATEGORÍA</b>	<b>INDICADOR</b>
Mosaico paisajístico	Tasa de deforestación Número de fragmentos territoriales Máximo, mínimo y media del tamaño del fragmento territorial Complejidad de la forma del fragmento territorial Usos del suelo en áreas con pendientes Biodiversidad
Fertilidad del suelo	Color del suelo para decidir uso del suelo Acidez y toxicidad por aluminio Protección del suelo y disponibilidad de macronutrientes Reserva orgánica y retención de nutrientes Cobertura vegetal Compactación del suelo Profundidad del suelo Residuos de pesticidas Número de índice de carga de pesticidas Estudio sucesional de la vegetación como indicador de fertilidad del suelo
Dinámica del agua	Flujo de las fuentes de agua Demanda hídrica Flujo y calidad del agua en hogares Número de residuos de pesticidas Índice de carga de pesticidas Conflictos en la gestión del agua
Sistemas de producción y actividades extractivas	Diversidad de los cultivos Superficie de producción de cosechas Enriquecimiento orgánico del suelo Huertos domésticos Índice de Biodiversidad Recursos cinegéticos
Comportamiento económico y social	Precios de los “inputs” Precios de los “outputs” Costes laborales Estado nutricional de la población Composición de la dieta alimentaria Acceso a educación primaria
Instituciones	Acceso a los servicios Derecho de propiedad Sistemas de contratos Mercados del suelo Acceso a los créditos Ahorro Acceso al mercado Sistemas de gestión de las decisiones

Fuente: Kammerbauer et al (1997)

caso de La Lima se emplearon distintos métodos para obtener la información; desde el empleo de fotografía aérea y Sistemas de Información Geográficos (mosaico paisajístico), hasta medidas de laboratorio (toxicidad del suelo), de campo (biodiversidad) o el conocimiento de los pobladores locales (color del suelo como indicador del uso del suelo para decidir su uso).

Los sistemas de indicadores son *indicadores* de la problemática contrapuesta de los países o territorios desarrollados frente a los menos desarrollados. En Alberta es constatable el peso que se otorga a los problemas relacionados con la contaminación del aire, el consumo de energía, la satisfacción en el trabajo, el transporte y la criminalidad. En La Lima, una pequeña comunidad rural agrícola, se hace notar la importancia de los indicadores vinculados a los recursos naturales locales: suelo agrícola, recursos cinegéticos y calidad de las aguas, así como a las necesidades primarias (estado nutricional de la población, acceso a la educación primaria).

En **Andalucía**, la Consejería de Medio Ambiente ha impulsado el sistema de indicadores del Plan de Medio Ambiente de Andalucía 2004-2010, así como el *Programa Ciudad 21*, éste último con el objetivo de elaborar una serie de indicadores ambientales urbanos dirigidos a mejorar la calidad del medio ambiente de las ciudades y un plan de actuaciones, inspirado en las orientaciones contenidas en el proceso de Agenda 21 Local (Consejería de Medio Ambiente. 2002). La Escuela de Organización Industrial publica anualmente el Informe de Sostenibilidad en Andalucía, en el que incluye indicadores de sostenibilidad, especialmente en el ámbito de la ecoeficiencia.

Por su parte, la Diputación de Jaén ha desarrollado un sistema de indicadores de sostenibilidad para la provincia de Jaén, con 137 indicadores ordenados mediante un modelo Presión-Estado-Respuesta (Hueso, Hurtado, Lechuga, et al. 2002). Asimismo, la Diputación de Córdoba ha desarrollado sistemas de indicadores en el proceso de Agenda 21 provincial. A finales de 2005, la Diputación de Huelva ha acometido un proyecto específico de indicadores de sostenibilidad en la provincia onubense.

#### 4.8.2.4 Sistemas locales de indicadores socio-económico-ambientales

La escala local es prolífica en la elaboración de sistemas de indicadores socio-económico-ambientales, propiciado especialmente por la irrupción de Agendas 21 Locales a partir de la Cumbre de Río de Janeiro de 1992, si bien la iniciativa de ciudades saludables de la Organización Mundial de la Salud (OMS) supuso también una iniciativa notoria en esta línea.

<b>Tabla 4.6 Sistema de indicadores comunes europeos</b>
<b>Indicadores comunes de uso obligatorio</b>
Satisfacción de los ciudadanos con la comunidad local
Contribución local al cambio climático global
Movilidad local y transporte de pasajeros
Existencia de zonas verdes públicas y de servicios locales básicos
Calidad del aire en la localidad
<b>Indicadores comunes de uso voluntario</b>
Desplazamiento de los niños entre la casa y la escuela
Gestión sostenible de la autoridad local y de las empresas locales
Contaminación sonora
Utilización sostenible del suelo
Productos que fomentan la sostenibilidad
Fuente: Ambienta Italia (2001)

En un marco general, los sistemas de indicadores urbanos del Programa Habitat de Naciones Unidas, el Banco de Desarrollo Asiático y la Auditoría Urbana y los Indicadores Comunes Europeos (Ambiente Italia. 2001), éstos dos últimos en el contexto europeo, constituyen referencias relevantes por su proyección geográfica, en la medida que están orientados a ciudades de una multitud de países.

Los sistemas de indicadores urbanos de las ciudades de Seattle (tabla 4.7) y Leicester han

<b>Tabla 4.7 Indicadores urbanos de la ciudad de Seattle</b>
<b>MEDIO AMBIENTE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salmones salvajes que circulan a lo largo de los canales locales</li> <li>• Biodiversidad en la región</li> <li>• Número de días con buena calidad del aire por año</li> <li>• Cantidad de suelo útil perdido</li> <li>• Acres de zonas húmedas que quedan</li> <li>• Porcentaje de calles puestas peatonales</li> </ul>
<b>POBLACIÓN Y RECURSOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Población total y ratio de crecimiento anual</li> <li>• Galones de agua consumida por persona</li> <li>• Toneladas de residuo sólidos generados y reciclados por persona y año</li> <li>• Millas recorridas en coche por persona y consumo de gasolina por persona</li> <li>• BTUs (British Thermal unit: 0,252 Kcal.) de energía renovable y no renovable consumida por persona</li> <li>• Acres de tierra por persona y uso de ésta (residencial, comercial, espacios abiertos, transportes, ...)</li> <li>• Cantidad de alimentos exportados e importados</li> <li>• Uso de salas de urgencia por casos de no emergencia</li> </ul>
<b>ECONOMÍA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de empleos concentrados en los 10 empleos más comunes de la ciudad</li> <li>• Horas de empleo pagadas en sueldos para el soporte de necesidades básicas</li> <li>• Desempleo real, incluidos trabajadores infrautilizados, por diferenciación étnica y de edad</li> <li>• Media de la tasa de ahorro por familia</li> <li>• Dependencia en fuentes locales o renovables en la economía</li> <li>• Porcentaje de niños que viven en la pobreza</li> <li>• Gasto sanitario por persona</li> </ul>
<b>CULTURA Y SOCIEDAD</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de recién nacidos con bajo peso por etnias</li> <li>• Diversidad étnica del profesorado en letras para enseñanza primaria y secundaria</li> <li>• Porcentaje de padres involucrados en actividades extraescolares</li> <li>• Ratio de delincuencia juvenil</li> <li>• Porcentaje de jóvenes que participan en algún servicio comunitario</li> <li>• Porcentaje de estudiantes que se gradúan por etnia, género y nivel económico</li> <li>• Porcentaje de población que votan en las elecciones locales</li> <li>• Ratio de adultos con capacidad de leer y escribir</li> <li>• Cantidad de vecinos que conocen a los responsables del proyecto por su nombre</li> <li>• Tratamiento equitativo en el sistema de justicia</li> <li>• Ratio de gasto de dinero en prevención, tratamiento de alcohol y droga</li> <li>• Porcentaje de población con jardines</li> <li>• Ratio de uso de bibliotecas y centros de la comunidad</li> <li>• Participación pública en temas de cultura</li> <li>• Porcentaje de adultos voluntarios en servicios de la comunidad</li> <li>• Percepción individual del bienestar</li> </ul>
Fuente: (Sustainable Seattle. 1995)



sido iniciativas pioneras en el campo de los sistemas de indicadores de sostenibilidad urbanos (Castro, 2002). En España las experiencias de Vitoria-Gasteiz (tabla 4.8) y *La Xarxa* en Cataluña abrieron paso a un gran número de municipios que elaboraron sus propios sistemas de indicadores de sostenibilidad.

Tabla 4.8 Indicadores urbanos de Vitoria-Gasteiz	
Temas de interés ciudadano	Indicadores de Sostenibilidad
Contaminación urbana	1 Número de días en que se registran calidades de aire “regular” y/o “mala”.
	2 Número de veces al año que se supera el umbral de información a la población para el ozono.
	3 Población expuesta durante las horas diurnas a niveles de ruidos superiores a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud.
Tráfico y transporte	4 Número de viajeros que utilizan el autobús urbano.
	5 Número de vehículos que circulan diariamente por las principales calles de acceso al centro de la ciudad.
	6 Consumo doméstico de agua por habitante y día.
Agua	7 Porcentaje de agua que se recicla.
	8 Proporción de carga orgánica aportada al río Zadorra por la ciudad.
Energía	9 Consumo doméstico de gas y electricidad por habitante y año.
	10 Número de conexiones a la red de gas natural.
Industria	11 Número de empresas de la ciudad que han conseguido el certificado de gestión ambiental.
Residuos	12 Peso de residuos domésticos producidos por habitante y año.
	13 Porcentaje de residuos reciclados frente a los producidos.
Urbanismo	14 Número de licencias concedidas para la rehabilitación de viviendas.
	15 Porcentaje de la población que tiene acceso a pie (1 km) a los servicios básicos.
	16 Número de edificios que han conseguido el certificado de eficiencia energética.
Naturaleza y biodiversidad	17 Número de especies de aves acuáticas reproductoras existentes en el Municipio.
	18 Superficie (m <sup>2</sup> ) de áreas degradadas recuperadas.
	19 Superficie de terrenos agrícolas que se acogen a algún programa de prácticas agrícolas ambientales.
Salud y riesgos ambientales	20 Porcentaje de fumadores.
Información, educación y participación ciudadana	21 Número de consultas de información ambiental registradas en los Servicios de Información Municipales.
	22 Porcentaje de la población escolar que accede a programas de educación ambiental organizados por el Ayuntamiento.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente. (2001)

En el **Área Metropolitana de Madrid** se han aplicado indicadores espaciales, sociales, económicos y ambientales empleando métodos gráficos de representación inspirados en el modelo *Ameba*, ampliamente utilizado para la visualización del grado de cumplimiento de los objetivos marcados para cada indicador. Los valores que asumen cada indicador tienen tres posibilidades de localización: en el círculo (en el umbral o la meta), dentro del círculo (situación no crítica) o fuera del círculo (situación crítica). Así se define una “franja de sostenibilidad” compuesta por los rangos pertene-

cientes a las situaciones críticas y no críticas mínimas (Franchini & Dal. 2000). En la ciudad de **Sevilla** se está implantando un concepto similar, denominado “rango de sostenibilidad” (Romero, Pérez, & Sande. 2003), aunque inserto en un método cuantitativo mixto fundamentado en el método Battelle y el de Leopold (Romero, Fernández, & Rivero. 2001), extensamente utilizado en los Estudios de Impacto Ambiental.

En suma, los sistemas de indicadores urbanos de sostenibilidad se han extendido profusamente por la geografía nacional, europea e internacional, mas de una forma desordenada, que revela cierto grado de confusión y la falta de modelos conceptuales consistentes que respalden a los sistemas de indicadores locales; todo ello, unido a un sesgo en favor de la dimensión ambiental preferentemente.

#### **4.8.2.5 Sistemas de indicadores socio-económico-ambientales en la empresa**

La reputación es un intangible que cuando falta se hace tangible. Tan tangible como que puede llevar a pique una empresa, o cuando menos, abonar el terreno a la competencia (Fernández . 2003). Ahora bien, la reputación es el resultado del comportamiento corporativo a lo largo del tiempo, a diferencia de la imagen, que es más el producto de meras acciones de comunicación. Prueba de la importancia que tiene la reputación de una empresa es que existen más de un centenar de monitores de reputación en el mundo. La responsabilidad medioambiental y la responsabilidad social corporativas son parámetros constantes en estos monitores (Alvarez. 2003).

Estas tendencias alcanzan el mundo de las inversiones, tal como se indicó en el apartado referente a los índices bursátiles. Los Fondos de Inversión Éticos son indicativos en este sentido porque incorporan en su filosofía de inversión criterios ecológicos, sociales y éticos (Albareda. 2002). Tomemos un ejemplo. Las acciones de Impala Platinum, la compañía minera surafricana, subieron por un factor de ocho después de acordar el pago de derechos a la población local de Bafokeng (AMDPress. 2002).

En todo este contexto se han desarrollado normativas que obligan al *report* o informe de los aspectos sociales y ambientales en países como Francia o Dinamarca (KPMG. 2002), así como las **Memorias de Sostenibilidad**, documentos voluntarios que informan de la gestión del Desarrollo Sostenible en las empresas mediante un conjunto de indicadores relativos a los tres componentes de la sostenibilidad, a saber:

- Componente económico: incluye, por ejemplo, información sobre resultados económicos, gastos en investigación y desarrollo.
- Componente medioambiental: impacto de los procesos, productos y servicios sobre el aire, agua, tierra, biodiversidad y consumo de recursos.
- Componente social: salud y seguridad laboral, actuaciones de carácter social.

En el año 1997 surge el GRI (*Global Reporting Initiative*), que es un acuerdo internacional, auspiciado por Naciones Unidas (PNUMA), CERES (*Coalition for Environmentally Responsible Economies*), organizaciones no gubernamentales y grandes empresas, cuya función es promover la elaboración de Memorias de Sostenibilidad y difundir guías para su confección. La Guía del GRI propone una serie de indicadores de actuación social, económica y medioambiental, tanto de naturaleza cuantitativa como cualitativa. Sin embargo, la ambigüedad en las definiciones de algunos conceptos se traduce en una gran cantidad de indicadores cualitativos, centrados en la descripción de políticas y procesos más que en valores cuantitativos (Archel. 2002).

Por tanto, pese a lo positivo de la iniciativa del GRI, existen una serie de puntos débiles en las Memorias de Sostenibilidad:

- 1) El alto grado de agregación de los indicadores impide analizar la distribución de los impactos o de la ecoeficiencia según centros y áreas geográficas de las grandes compañías multinacionales a las que va dirigida esta iniciativa.
- 2) El sistema de validación de las memorias de sostenibilidad no está desarrollado normativamente, de manera que se garantice plenamente el rigor e independencia de la información suministrada por los indicadores de una forma sistemática.

Aparte de la experiencia de las Memorias de Sostenibilidad, las empresas disponen de otros mecanismos voluntarios relacionados con la sostenibilidad. Éste es el caso de la norma SA 8000 sobre derechos laborales (Social Accountability International. 2001), el AA 1000 Assurance Standard -estándar para valorar, avalar y reforzar la credibilidad y la calidad de las memorias de sostenibilidad, o el Sistema SG 21:2005 de gestión ética. La plasmación y difusión ante el público de estos códigos de conducta se suele realizar mediante la elaboración de informes de responsabilidad social corporativa en los que se emplean una serie de indicadores a tal efecto.

#### 4.8.2.6 Sistemas de indicadores socio-económico-ambientales para proyectos

Por último, un tipo especial de sistemas de indicadores socio-económico-ambientales se refiere a los empleados para valorar el impacto ambiental de determinados proyectos. En este sentido, se han publicado diversas guías para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos, como la serie de monografías del MOPU relativas a grandes presas, carreteras y repoblaciones forestales. Aparte, se han publicado guías metodológicas para la evaluación de impacto ambiental de carácter general, como las elaboradas por Vicente Conesa (Conesa Fdez-Vitora & V. 1993; Conesa Fdez-Vitora & V. 1997) y Gomez Orea.

Este último autor ha desarrollado un amplio listado de indicadores de impacto para las islas Baleares, en el que se aprecia una especial atención al impacto sobre el paisaje, aspecto éste que no se suele considerar en los sistemas de indicadores ambientales y de sostenibilidad, salvo en los estudios de impacto ambiental. De cualquier modo, es lógico que los impactos paisajísticos ocupen un lugar destacado en un territorio como el balear, en el que la economía descansa en gran medida en la calidad perceptual del entorno.

## 4.9 SUMARIO Y CONCLUSIONES

---

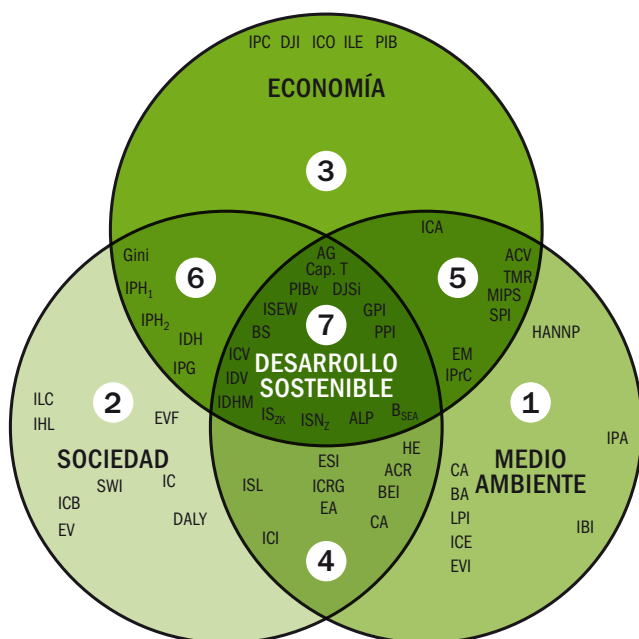
En el capítulo que concluye, se ha tratado de abundar en una nueva clasificación de indicadores, fundamentada en la casuística de intersección entre los ámbitos de la sociedad, el medio ambiente y la economía. La figura 4.3, basada en el concepto de Desarrollo Sostenible como confluencia entre el medio ambiente, la economía y la sociedad representa de una forma gráfica la situación de los principales indicadores sintéticos estudiados. Esta figura ha de entenderse como un “croquis”, no un mapa, que ayude a interpretar de una forma esquemática el lugar “grosso modo” que ocupan las distintas clases de indicadores compuestos que se han analizado.

De igual forma, la tabla 4.9 resume los diferentes indicadores presentados, considerando el paradigma central que representan, la escala o dimensión, junto con el ámbito disciplinar asociado y los conceptos clave que entrañan.

Kuhn, en su obra de 1971 sobre la estructura de las revoluciones científicas señala que los cambios en los paradigmas científicos suelen ir asociados a personas nuevas en una disciplina (Daly. 1989).

Por tanto la colaboración entre disciplinas contribuye a las revoluciones científicas. Ahora bien, la condición de esta colaboración puede ser muy variable. En este sentido, se habla de conceptos como multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad. Procedamos a analizar estos términos.

Figura 4.3 Gráfica de los indicadores sintéticos estudiados



- ① Enfoque medioambiental
- ② Enfoque social
- ③ Enfoque económico
- ④ Enfoque socio-ambiental
- ⑤ Enfoque económico-ambiental
- ⑥ Enfoque socio-económico
- ⑦ Enfoque socio-económico-ambiental

BA: Batelle (Indicadores ambientales Es. I. A.)  
 CA: Carga ambiental  
 B<sub>SEA</sub>: Batelle (Indicador socio-económico ambiental)  
 I.Pr.C: Índice de Presión del Consumo  
 IPA: Índice de Pureza Atmosférica  
 ICE: Índice de Capital Ecológico  
 ILH: Índice de Libertades Civiles  
 ICB: Índice de Calidad Burocrática  
 EV: Esperanza de Vida  
 EVF: Esperanza de Vida Feliz  
 IPG: Índice de Potenciación de Género  
 IPC: Índice de Precios al Consumo  
 ACR: Análisis Cuantitativo de Riesgos  
 ISL: Índice de Siniestrabilidad Laboral  
 BEI: Índice Biológico de Exposición  
 ICA: Indicadores de Contabilidad Ambiental  
 Em: Emergía  
 ICRG: Índice de Riesgo Político  
 Cap T: Capital Total per Cápita  
 PIBv: PIB verde  
 ISNz: Índice de Sostenibilidad de las Naciones de Zoeteman  
 IS<sub>ZK</sub>: Índice de Sostenibilidad del Zürcher Kantonal Bank  
 BS: Barómetro de Sostenibilidad  
 ICO: Índice de Competitividad  
 IC: Índice de Percepción de la Corrupción  
 DALY: Años de Vida ajustada por Discapacidad  
 IDU: Índice de Desarrollo Urbano  
 DJI: Índice de Dow Jones  
 DJSI: Índice Dow Jones de Sostenibilidad  
 HE: Huella Ecológica

ILEc: Índice de Libertad Económica  
 EA: Espacio Ambiental  
 ESI: Índice de Sostenibilidad Ambiental  
 EVI: Índice de Vulnerabilidad Ambiental  
 PIB: Producto Interior Bruto  
 ICG: Índice de Competitividad Global  
 Gini: Coeficiente de Gini  
 GPI: Indicador de Proceso Genuino  
 AG: Ahorro Genuino  
 HANNP: Apropiación Humana de la productividad primaria neta  
 IDH: Índice de Desarrollo Humano  
 IDHM: Índice de Desarrollo Humano sensible a la contaminación  
 IPH<sub>1</sub>: Índice de Pobreza Humana de Países en desarrollo  
 IPH<sub>2</sub>: Índice de Pobreza Humana de Países industrializados  
 IBI: Índice de Integridad Biológica  
 ICI: Índice de Cooperación Internacional  
 ISEW: Índice de Bienestar Económico Sostenible  
 ACV: Análisis de Ciclo de Vida  
 LPI: índice de Planeta Vivo  
 MIPS: Análisis de Flujos Materiales  
 ALP: Análisis de Línea de Producto  
 PPI: Índice de Comportamiento Político  
 ICV: Índice de Calidad de Vida  
 SPI: Índice de Progreso Sostenible  
 SWI: Índice de Bienestar Subjetivo  
 TMR: Requerimiento Total de Materiales

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.9 Tabla sinóptica de indicadores		
ENFOQUE	INDICADOR	PARADIGMA
AMBIENTAL	Bioindicadores	El ecosistema como centro
	Geoindicadores	
	Índice del Planeta Vivo	
	Índice de Capital Ecológico	
	Apropiación humana de la producción primaria neta	
	Índice de vulnerabilidad ambiental	
	Indicadores de desempeño ambiental	La empresa cumple medioambientalmente
	Indicadores ambientales para proyectos	El proyecto cumple medioambientalmente
SOCIAL	Indicadores de derechos humanos	El hombre como centro
	Indicadores de calidad institucional	Las instituciones como centro
	Indicadores de salud comunitaria	La salud de la comunidad
ECONÓMICO	Producto interior bruto	La producción económica y el mercado como solución
	Índice de precios al consumo	
	Índices de libertades económicas	
	Índices de competitividad económica	
SOCIO-AMBIENTAL	Espacio Ambiental	La “ecojusticia” y la salud ambiental
	Huella Ecológica	
	Índice de cooperación internacional	
	Indicadores de higiene urbana	
	Indicadores de riesgos ambientales	
	Indicadores de riesgos laborales	
ECONÓMICO-AMBIENTAL	Indicadores de contabilidad ambiental	La “ecoeficiencia”
	Índice de presión de consumo	
	Indicadores de análisis de flujos materiales	
	Indicadores energéticos	
	Índice de Proceso Sostenible	
SOCIO-ECONÓMICO	Indicadores de pobreza	El nivel de desarrollo socio-económico
	Índice de Desarrollo Humano	
	Indicadores de Riesgo Político	
SOCIO-ECONÓMICO-AMBIENTAL	Indicadores de Calidad de Vida	“Ciudad para vivir”
	Índice de Desarrollo Humano sensible a la contaminación	Ajustar ambientalmente indicadores existentes
	Capital total per cápita	
	Ahorro genuino	
	PIB “verde”	
	Índice de Bienestar Económico Sostenible	
	Barómetro de Sostenibilidad	Visualizar los indicadores de una forma accesible
	Índice de comportamiento Político	
	Índice de Sostenibilidad Ambiental	
	Índice de Sostenibilidad de las Naciones de Zoetemen	Equiponderación social, económica y ambiental
	Índice de Desarrollo Urbano	Los equipamientos urbanos
	Indicador de Sostenibilidad del Zürcher Kantonal Bank	La sostenibilidad implica competitividad
	Índice Dow Jones de Sostenibilidad	
	Análisis de línea de producto	
Indicadores socio-económico-ambientales de proyectos	El proyecto cumple la normativa ambiental	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.9 Tabla sinóptica de indicadores		
ENFOQUE	ESCALA	AMBITO DISCIPLINAR
AMBIENTAL	Local y subnacional. A veces nacional, e internacional	Ciencias biológicas
	Local, subnacional, nacional e internacional	Ciencias de la Tierra. Geografía
	Mundial	Ciencias biológicas
	Nacional	Ciencias biológicas
	Mundial. Nacional	Ciencias biológicas
	Nacional. Subnacional	Geografía
	Empresa. EPI: empresas grandes (multinacionales, nacionales) SIGMA: empresas grandes y medianas	Biología. Ingeniería
	Proyectos	Biología. Ingeniería
SOCIAL	Nacional	Ciencias sociales
	Nacional	Ciencias sociales
	Esperanza de vida: local, subnacional, nacional, internacional y mundial DALY: nacional, internacional y mundial Indicadores de bienestar subjetivo y salud medioambiental: nacional, internacional	Demografía.  Ciencias de la salud Ciencias sociales (Psicología, Sociología)
ECONÓMICO	Subnacional, nacional, internacional y mundial	Economía
	Nacional y subnacional	Economía
	Internacional	Economía
	Internacional	Economía
SOCIO-AMBIENTAL	Internacional	Ciencias ambientales
	Local, subnacional, nacional, internacional y mundial. Productos y servicios	Ciencias biológicas
	Internacional	Geografía
	Local, nacional e internacional	Urbanismo
	Local, subnacional	Ingeniería. Biología. Toxicología. Ciencias de la tierra
	Empresa	Ingeniería (índices de siniestrabilidad laboral) Toxicología (TLV, BEI)
ECONÓMICO-AMBIENTAL	Cuentas "satélites": nacional. Contabilidad corporativa: empresas Coste/beneficio: proyectos	Economía
	Nacional	Ciencias biológicas
	MIPS: productos y servicios. TMR: nacional, internacional ACV: productos y servicios	Ingeniería
	Energía: productos y servicios	Termodinámica
	Productos y servicios: local, subnacional	Ingeniería
SOCIO-ECONÓMICO	Nacional, internacional	Economía
	Nacional, internacional. A veces subnacional y local	Economía
	Internacional	Economía
SOCIO-ECONÓMICO-AMBIENTAL	Local, subnacional	Ciencias sociales. Economía. Ciencias ambientales
	Internacional, subnacional	Economía. Ciencias ambientales
	Internacional	Economía. Ciencias ambientales
	Nacional, internacional	Economía. Ciencias ambientales
	Nacional	Economía. Ciencias ambientales
	Nacional	Economía. Ciencias ambientales. Ciencias sociales
	Nacional, internacional	Economía. Ciencias ambientales. Ciencias sociales
	Internacional	Economía. Ciencias ambientales. Ciencias sociales
	Internacional	Economía. Ciencias ambientales. Ciencias sociales
	Internacional	Economía. Ciencias ambientales. Ciencias sociales
	Internacional	Economía. Ciencias ambientales. Ciencias sociales
	Local	Ciencias ambientales. Ciencias sociales. Economía
	Empresas	Economía. Ciencias ambientales. Ciencias sociales
	Productos y servicios	Ciencias sociales. Ciencias ambientales. Economía
	Proyectos	Ciencias ambientales. Ciencias sociales. Economía

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.9 Tabla sinóptica de indicadores**

ENFOQUE	CONCEPTOS CLAVE
<b>AMBIENTAL</b>	Indicadores de la naturaleza (bióticos)
	Indicadores de la naturaleza (abióticos)
	Estado de las poblaciones forestales y acuáticas
	Superficie y calidad de los ecosistemas
	Fotosíntesis “capturada” por el hombre
	Vulnerabilidad insular
	EPI: cumplimiento de objetivos ambientales SIGMA: cumplimiento legislativo y mejora ambiental continua
	Valoración cuantitativa de impactos ambientales
<b>SOCIAL</b>	Libertades humanas y civiles
	Calidad de las instituciones. Corrupción
	Duración de la vida
	Duración de la vida sin discapacidad Satisfacción personal
<b>ECONÓMICO</b>	Valor de la producción de una economía
	El precio de los bienes y servicios
	Libertad del mercado
	La garantía de la competitividad
<b>SOCIO-AMBIENTAL</b>	Equidad en el acceso a los recursos naturales
	Capacidad de carga-biocapacidad
	Desarrollo humano y ambiental
	Infraestructuras de salud pública
	Probabilidad - consecuencias
<b>ECONÓMICO-AMBIENTAL</b>	Contabilidad monetaria de los recursos relacionados con el medio ambiente
	Consumo de productos básicos
	Consumo de recursos y balances de materiales
	Memoria energética
	Flujos naturales – flujos antropogénicos
<b>SOCIO-ECONÓMICO</b>	Inequidad.
	Distancia a objetivos
	Inestabilidad política-riesgo para la inversión
<b>SOCIO-ECONÓMICO-AMBIENTAL</b>	Habitabilidad residencial
	IDH corregido
	Capital natural-capital físico-capital humano
	Ahorro neto corregido
	Gastos defensivos
	Bienestar general - gastos defensivos
	Bienestar humano - bienestar de los ecosistemas
	Sistema flexible para el usuario
	Estrés de los ecosistemas – Capacidad institucional
	Rangos de “sostenibilidad”
	Infraestructuras y equipamientos
	“Rating” social – “rating” ambiental
	Inversores – Seguridad de la inversión
	ACV corregido
	Impactos cuantitativos ambientales, sociales y económicos

Fuente: Elaboración propia

La multidisciplinariedad se refiere cuando un problema o estudio requiere la colaboración de otras disciplinas (Havel. 1997) o “el estudio del objeto de una sola y misma disciplina por medio de varias disciplinas a la vez. a un sólo y mismo nivel de realidad” (Nicolescu. 1996). Otra definición es “la situación de aprendizaje o análisis que se produce cuando un conjunto de disciplinas se imparten en un mismo marco docente, a través de procesos de yuxtaposición, por ejemplo en la Universidad” (Novo & Lara. 1997).

La interdisciplinariedad según Havel (1997) es la frontera o solapamiento de varias disciplinas preexistentes (por ejemplo la bioquímica) o “la transferencia de métodos de una disciplina a otra” (Nicolescu. 1996). Para Novo y Lara (1997) la interdisciplinariedad existe “cuando se produce una cooperación articulada de diferentes perspectivas para la interpretación y/o resolución de cuestiones concretas, de orden intelectual y/o práctico”. El resultado de la investigación interdisciplinaria normalmente recae en la disciplina matriz o bien crea una nueva disciplina (Wolfenden. 1999).

La transdisciplinariedad se refiere cuando aparecen temas, principios y conceptos de una forma recurrente en numerosas disciplinas; por ejemplo, retroalimentación, evolución o autoorganización. Novo y Lara (1997) conciben la transdisciplinariedad como el resultado de compartir un metalenguaje y la integración de teorías y prácticas bajo un mismo paradigma. Para Nicolescu (1996) la transdisciplinariedad “va a través y más allá de toda disciplina, ... su finalidad es la unidad de conocimiento” y se interesa en la dinámica que se engendra por la acción de varios niveles de la realidad. El reconocimiento de diferentes niveles de realidad gobernados por diferentes tipos de lógicas es inherente a la aproximación transdisciplinaria (CIRET. 1997). Por su parte, Wolfenden, basándose en los trabajos de

Constanza et al (1991) propone como indicador de transdisciplinariedad la integración y síntesis de numerosas disciplinas (Wolfenden. 1999).

El estudio de los indicadores de sostenibilidad y medio ambiente nos debe hacer pensar en términos sistémicos. Los “*holons*” son unidades organizadas jerárquicamente, de forma que cada *holon* puede ser considerado una entidad integral conectada hacia arriba con unidades superiores y hacia abajo con partes inferiores (Funch. 1995). Según este autor cada holon no se puede predecir o explicar completamente a partir de sus partes. Por consiguiente, desde una perspectiva holística, cualquier sistema (Novo & Lara. 1997) es más y es menos que la suma de sus partes. Es más porque aparecen propiedades emergentes propias del sistema y es menos porque éste impone ciertos límites a sus partes, de tal modo que no pueden actualizar todas sus potencialidades. Un ejemplo de ello sería el sistema depredador-presa. Es preciso, pues, trabajar sobre relaciones entre las partes (intra-sistémicas), entre el todo y las partes, y entre el sistema y otros sistemas (inter-sistémicas) (Novo & Lara. 1997). Por consiguiente, la **transdisciplinariedad conlleva el estudio multiescalar** de la realidad, lo cual nos lleva a la necesidad de una actitud de colaboración entre disciplinas (solidaridad interdisciplinaria) o lo que en la obra de Novo y Lara (1997) se ha venido en llamar “democracia epistemológica”, es decir, que todas las disciplinas se consideren en un rango de igualdad.

Visto lo anterior se puede apreciar que las definiciones de los conceptos de multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad acusan de cierta ambigüedad y confusión. A efectos del estudio que nos ocupa, diremos que se adopta una **metodología multidisciplinar** en el estudio de indicadores cuando se establece una colaboración mediante una simple yuxtaposición, que no síntesis, de unas pocas disciplinas. Nos referiremos a una **metodología interdisciplinar** si ocurre una colaboración con transferencia de métodos o planteando un modelo nuevo de indicador a partir de varias perspectivas disciplinarias de una forma coherente, no fragmentaria. Se hará alusión a una **metodología transdisciplinar** cuando se produzca una colaboración que sintetice perspectivas de numerosas disciplinas en un indicador o sistema de indicadores, y se comparta un lenguaje y paradigma común, considerándose las distintas disciplinas en un rango de igualdad epistemológica.

Pasando revista a las diversas aproximaciones de los indicadores de sostenibilidad y medio ambiente, se aprecia que han sido abordadas y alimentadas en primer lugar por enfoques monodisciplinarios. Posteriormente se adoptaron enfoques oligodisciplinarios propios de una metodología multidisciplinar, apreciables en sistemas de indicadores locales de carácter más o menos fragmentario, como en determinados sistemas de indicadores urbanos de sostenibilidad, en el Índice de Desarrollo Urbano o en algunos índices de calidad de vida. Un paso adelante fue el empleo de una metodología interdisciplinar, en la que se plantea un modelo coherente y justificado, caso del PIB “verde”. Los tratamientos transdisciplinarios en sentido estricto han sido muy limitados, teniendo quizás su máxima expresión durante la “fase dorada” de la Teoría General de Sistemas en la que se plantearon los polémicos modelos World del Club de Roma.

Algunos autores cuestionan la utilidad de la interdisciplinariedad, en tanto en cuanto señalan que no ha reportado grandes beneficios a la sociedad (Frodeman, Mitcha, & Sacks. 2001). Sin embargo, tal como reconoce el artículo de Robert Frodeman, los esfuerzos para unir ciencias y humanidades de una forma sostenida han sido débiles. Por tanto -y esto no se reconoce en dicho artículo- esta circunstancia podría ser un factor explicativo del aludido “fracaso” interdisciplinar. No obstante, reconoce excepciones como los estudios ambientales, o el proyecto del Genoma Humano, donde un 5% de los fondos públicos se destinan a la investigación de sus implicaciones éticas, legales y sociales.

Como conclusión a esta reflexión en torno a los estudios disciplinarios, interdisciplinarios o transdisciplinarios, parece lógico pensar que en el campo de los indicadores de sostenibilidad y medio



ambiente resultan necesarios tanto enfoques clásicos disciplinarios, como interdisciplinarios y transdisciplinarios, siempre que resulten complementarios. Son los indicadores de sostenibilidad los que requieren sin lugar a dudas de un mayor esfuerzo interdisciplinar y, en la medida de lo posible, transdisciplinar, que redunde, además, en una aplicabilidad multiescalar. En definitiva se trataría de **“transdisciplinar las disciplinas y disciplinar la transdisciplinariedad”**.

Pero los indicadores de sostenibilidad y medio ambiente encuentran su reverso en lo que vamos a denominar **criptoindicadores**. Los criptoindicadores son aquellos indicadores “ocultos” ante la ley y/o el conocimiento, normalmente fuera de las estadísticas oficiales y sistemas de divulgación de éstas, o insertos en éstas pero de una forma críptica, y que son significativos para entender el funcionamiento de un sistema, en particular de los sistemas naturales, sociales y económicos así como de sus interacciones. La existencia de lobbies como criptoindicador sociológico, difícilmente medible, es un ejemplo de esta categoría de indicadores sobre los que se tienen fundadas sospechas de su importancia, pero que escapan a una monitorización sistemática y fiable. Otros ejemplos son las tramas de organizaciones criminales en relación con actividades de terrorismo, droga, mafias, grupos paramilitares, agencias oficiales de servicios de inteligencia, o las redes de internet con fines ocultos y las sociedades o alianzas secretas de carácter político-económico. En el ámbito medioambiental se pueden citar criptoindicadores como el comercio ilegal de sustancias tóxicas o prohibidas o de especies protegidas, o el número de especies de invertebrados. Dentro del plano económico, existen criptoindicadores de interés como los relacionados con el secreto bancario o la dimensión real de la economía sumergida.

Sin embargo, los **criptoindicadores guardan interrelaciones** los unos con los otros. Por ejemplo, el comercio de opio y el terrorismo en Afganistan están vinculados entre sí (Daily News Digest from United Nations News Service. 2003), al igual que la mafia y el tráfico de residuos tóxicos (PNUMA. 2003b). Los cultivos ilícitos de coca deforestan los bosques colombianos pero los herbicidas con los que se les combate (glifosato) parecen haber intoxicado a poblaciones de la frontera de este país con Ecuador (PNUMA. 2003a). Por otro lado, casi la mitad de las tierras más productivas de Colombia son propiedad del narcotráfico (PNUMA. 2003c).

Vemos así que los criptoindicadores guardan una estrecha relación con el **status quo o la estructura del poder de una sociedad**; de hecho pueden colisionar con el poder establecido, el orden internacional y/o los grupos hegemónicos de intereses políticos y económicos dominantes, por lo que dificulta obviamente su medición.

En este sentido, la ocultación de indicadores puede obedecer a distintas causas, por ejemplo:

- 1)** Negativa de la dirección de la organización a publicar e invertir en indicadores que pongan de manifiesto una gestión deficiente en el plano estratégico, técnico y/o ético.
- 2)** No se disponen de medios adecuados para la medición de los indicadores. Es el caso de países poco desarrollados, empresas pequeñas o limitaciones propias del estado del arte de las tecnologías. En este caso, los resultados de los indicadores pueden simplemente no existir, o existir pero ser poco fiables, aún cuando aparezcan en las estadísticas oficiales.

El conflicto surge toda vez que la **carencia de esos indicadores o de una adecuada calidad de información en los mismos obstaculiza la resolución de los verdaderos problemas** subyacentes, originando así un pernicioso círculo vicioso. Esto corrobora que el imperio de la ley, la democracia, la transparencia y la innovación son condiciones indispensables para la medición y consecución del Desarrollo Sostenible.