

1. INTRODUCCIÓN

Si bien las metodologías de evaluación y monitoreo tienen como propósito básico la generación de indicadores, y estos son variables utilizadas para apoyar las tomas de decisiones; estas variables no son siempre fáciles de interpretar y usar por quienes desconocen su significado o la forma de interpretar su contenido.

Es por ello que se considera necesario generar estructuras de análisis y conversión de los datos en información y la aplicación de esta última en la mejor toma de decisiones. En este sentido ***los Indicadores Ambientales propiamente surgen como herramientas para el análisis y seguimiento de los procesos de desarrollo y sus implicaciones en los recursos naturales, la contaminación y la alteración del medio ambiente.***

El desarrollo de indicadores ambientales se ha dirigido principalmente hacia la consecución de tres objetivos para alcanzar el desarrollo sustentable:

1. Proteger la salud humana y el bienestar general de la población
2. Garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales
2. Conservar la integridad de los ecosistemas

1.1. Procesamiento y Síntesis de Datos

El Procesamiento y Síntesis de Datos tiene como propósito, como sus nombres lo indican, reducir los datos a su mínima expresión según los criterios y necesidades del trabajo. Esto quiere decir convertir el dato en información, la información en conocimiento y el conocimiento en Indicador.

Consiste en llevar al conjunto de datos a su mínima expresión, manteniendo la agregación de valores en la información obtenida, según se ilustra en la siguiente figura



Fig. 1. Conceptualización de la síntesis de datos. Pirámide de valores agregados

Los datos recogidos deben ser organizados o tabulados, transformados o procesados, y representados para que su análisis e interpretación sean rápidos y útiles. El procedimiento más común es:

1. Organización de datos
2. Transformación o preprocesamiento
3. Clasificación y
4. Representación

- ◆ La Organización de los Datos implica estudiar e interpretar la presentación y distribución de cada uno de los datos o variables estudiadas. La presentación común de los datos es en Tablas o Bases de Datos, desde donde es posible y fácil su ordenamiento según diferentes criterios, tales como de mayor a menor, por variables primarias o por variables calculadas, o secundarias. Por ejemplo ordenar las Entidades de un país según su población absoluta, o según su densidad de población o según su proporción de población con respecto a la población total, etc.

El ordenamiento de los datos tiene como objetivos iniciales, precisar los valores mínimos y máximos, el rango de variabilidad y sus tendencias de concentración, tales como la Mediana o la Moda, p.ej.; así como posibles agrupamientos o establecimiento de clases.

- ◆ La Transformación o procesamiento inicial, implica modificar los datos para una mayor comprensión, comparación o relación con los términos de la evaluación. Esto implica que los datos puedan ser modificarlos en términos de valores: Absolutos, de Densidad, Proporción o en términos Relativos

Por ejemplo la Población de un país o región puede expresarse en términos absolutos, significando un valor numérico total o parcial. Ejemplo: la población total de México es de 90 millones de habitantes. En términos de densidad se podrá expresar como habitantes/ unidad de superficie, v. Gr. 50 hab/km². En términos de proporción se expresara p. ej. Qué parte de ella es rural y que parte urbana. Y en términos relativos se podrá expresar, p. ej. Qué porcentaje representa la población de cada Entidad con respecto a la población total

- ◆ La Clasificación de los datos es una forma de transformación que tiene como objetivo separar o agrupar los datos en grupos elegidos previamente denominados *intervalos o clases*. Los números que definen el rango de un intervalo se denominan *límites*. Es conveniente elegir los límites de manera que los rangos de todos los intervalos sean iguales y que los puntos medios sean números sencillos.
- ◆ La Representación tiene como objetivo generar gráficos o diagramas en donde los datos simplificados o agrupados puedan mostrar en forma sencilla o simple sus principales cualidades o valores y en donde se puedan apreciar los principales comportamientos, diferencias, dinámicas o aquello que se estableció como base de la evaluación.



Las herramientas de mayor utilidad en el procesamiento, ordenamiento e incluso análisis y representación son las hojas de cálculo (Excel; Fox etc), los manejadores de Bases de Datos (Access, DBase) y los Sistemas de Información Geográfica.

Fig. 2. Expresión grafica o cartográfica del dato espacial

1.2. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

La adquisición y generación de datos puede hacerse mediante diferentes herramientas. Las más aplicadas en la gestión de Información Ambiental son los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estos Sistemas se complementan con técnicas de inventarios, levantamientos cartográficos, encuestas y consultas estadísticas. Todo ello termina por integrar un Sistema de manejo de datos con la finalidad de generar información aplicada a la toma de decisiones en la prevención o solución de los problemas ambientales.

Los Sistemas de Información Geográfica, han sido confundidos o asimilados como los paquetes, programas o software, que según la marca o fabricante, son capaces de realizar algunas de las tareas relacionadas a estos sistemas. Por tal razón habrá necesidad de diferenciar entre las herramientas con las cuales se nos puede facilitar realizar un SIG y el Sistema propiamente dicho.

En tal sentido un Sistema de Información Geográfica (SIG) se considera como un ***“sistema en el cual se integran, bajo una finalidad o propósito específico, herramientas, materiales, métodos y procedimientos que permiten el manejo de datos georeferenciados, en la gestión, planeación y manejo de los espacios geográficos y los recursos y factores relacionados con ellos”***

Su función básica se circunscribe en el manejo de datos georeferenciados, con el fin de generar información que permita la planeación y manejo del espacio geográfico y los elementos en ellos ubicados.

Por ello, al referirnos a un SIG, podemos encontrar para diferentes disciplinas el interés del manejo de datos, la necesidad de estudios y proyectos para la planeación y la toma de decisiones, que permitan todas ellas, conducirnos a un buen manejo y control de los diversos recursos relacionados a estas disciplinas.

En la práctica, ¿qué es lo que debemos hacer para generar un SIG?. En primer lugar saber ¿qué queremos?, mediante la especificación del o los temas u objetivos de interés. Y en segundo lugar, aceptar que mediante un SIG podremos realizar como funciones básicas, las denominadas 4M's. Estas son las siguientes:

- **Manejar** datos georeferenciados
- **Mapear** o representar en forma de mapas la información obtenida
- **Monitorear** los cambios o evolución de los datos y el manejo o uso de los espacios geográficos, sus recursos, acciones o sucesos en ellos realizados o acontecidos, y
- **Modelar** los datos y espacios geográficos para su planeación, uso, prevención y control de las acciones y efectos posibles de ocasionar.

Los Datos Espaciales o Geográficos (datos georeferenciados)

“Los datos espacial y/o geográficos son entidades espacio-temporales que cuantifican la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos u objetos naturales o sociales”. (IGAC, 1998)”.

Un dato en una SIG puede tener diferentes acepciones así como diferentes contenidos, ello depende de la información buscada. Para tener claro lo anterior se debe diferenciar entre dato vs información.

Por **Dato** entenderemos a la ***expresión (variable(s)) cuantitativa o cualitativa con las cuales se describen las características de interés del objeto***

Los datos para su captura y objetividad deben tener tres características fundamentales:

- ◆ Tema
- ◆ Ubicación geográfica
- ◆ Fecha de actuación (Tiempo)

Cuando los datos son sometidos a algún proceso se genera la Información. Según Basilio R. (1993), **Información**, es definida como ***“un conjunto de datos organizados, estructurados y orientados a satisfacer necesidades de conocimiento”***. Otros autores la definen como ***“todo conocimiento que se genera mediante procesos de análisis o interpretación de datos”***.

Por lo anterior debemos considerar, que dependiendo del tipo del procesamiento aplicado a los datos, ***un mismo dato puede dar lugar a diferentes tipos de información***, según sea analizado por personas, criterios o incluso tecnologías diferentes.

La información, opuesta a los datos, es independientemente significativa. Esto es relevante para un problema o interrogante particular:

“La cobertura de tierras de coordenadas N875250, E757261 tiene un valor 8 en el archivo de datos”, es un dato.

“Las coberturas de tierras con valor 8 son de pendientes muy elevadas para desarrollo”, es información.

El usuario puede introducir datos en un SIG y obtener la información que desea derivar. Ambas condiciones determinan el tipo de datos que deben usarse en la entrada. *Por ejemplo, si se está*

observando un lugar para situar un refugio apropiado para las águilas, los datos del código postal probablemente no se necesiten, mientras que los datos de cobertura terrestre pueden ser útiles.

Los tipos de análisis o procesos a que puede ser sometido un dato, generalmente están dentro de Marcos de Referencia o Criterios Básicos que permiten dar sentido u orientación a la información generada. El Marcos o Criterios Básicos son del tipo: social, económico, ecológico o ambiental o simplemente numérico o estadístico.

El propósito principal de un SIG es convertir datos en información útil. Por lo tanto el dato debe responder a preguntas de la vida real tales como:

¿Cómo podremos monitorear la influencia de los cambios climáticos globales sobre los recursos de la tierra?

¿Cómo podrían definirse nuevamente las divisiones políticas en un área metropolitana que crece rápidamente?

¿Cuál sería el mejor lugar para ubicar un centro comercial, que sea conveniente para los compradores y cause el menor impacto ambiental?

¿Qué áreas podrían ser protegidas para garantizar la supervivencia de especies en peligro de extinción?

¿Cómo podrían prepararse las comunidades para desastres naturales, tales como terremotos, tornados, huracanes e inundaciones?

Lo anterior implica reconocer correctamente a los datos de un SIG. Para ello se establece que el Dato de un SIG se compone de 2 acepciones: **El Dato Espacial y el Dato No Espacial**.

El primero resulta de la fuente o procedimiento con que es obtenido y el segundo llamado también Atributo o Dato Temático dependen de la información buscada y comúnmente se relaciona como atributos del dato espacial. Ambos son llamados por algunos autores como Dato Ambiental.

El dato espacial se reconoce en los sistemas de cómputo o en los datos digitales por la extensión (ejemplo: *.shp), la cual se relaciona comúnmente al tipo de software con que se genero.

El dato No Espacial junto con el Dato Espacial se estructura en “tablas” o Bases de Datos, cuya estructura está determinada por las características de la información buscada y la fuente o programa o método con que fue generada (ejemplo en un sistema CAD, en un GPS o en un texto)

En conclusión lo que llamamos Dato en un SIG es comúnmente un conjunto de Datos, un Dato con diversos Componentes. Todos ellos estructurados en Bases de Datos para responder a las interrogantes planteadas. Por lo tanto hay que reconocer que los datos de un SIG refieren a entidades u objetos que cumplen los siguientes principios básicos:

- Tienen posición absoluta: sobre un sistema de coordenadas (x,y,z)
- Tienen una posición relativa: frente a otros elementos del paisaje (topología: incluido, adyacente, cruzado, etc)
- Tienen una figura geométrica que las representan (punto, línea, polígono)
- Tienen **atributos** que lo describen (características del elemento o fenómeno)

2. INTEGRACION DE INDICADORES

Una forma de dar estructura e integración a los Indicadores es mediante los Sistemas y Modelos de Indicadores. Esto permiten incorporar la “variable ambiente” en los planes y programas de desarrollo, dotando a éstos de nuevas estadísticas y herramientas con diferentes niveles de agregación (espacial y temporal) (nacional, regional, urbano y municipal u otro tipo de agregación) y en lo posible vincularse a los aspectos sociales, económicos y demográficos de un país, o de una comunidad o una empresa.

Las formas o metodologías de agregación de la información, tiene sus principios básicos en los Sistemas, aplicados inicialmente a las empresas y posteriormente con la introducción de los conceptos de la Sustentabilidad Ambiental mediante la aplicación de Modelos. Estos últimos pretenden identificar y analizar las relaciones e interrelaciones de las variables, factores y procesos que se deben incluir para medir el propio proceso de desarrollo y su posible tránsito hacia la sustentabilidad.

2.1. Sistemas de Indicadores

Cuando se integra un conjunto de indicadores con el propósito de identificar desde diferentes ángulos de vista o propósitos a un elemento, situación o proceso se genera un Sistema de Indicadores.

“Un Sistema de Indicadores se forma de un conjunto de indicadores, que permiten mediante todos ellos cubrir integralmente toda una problemática desde diferentes ángulos de vista,(social económico y ecológico) o desde la perspectiva de la administración operativa de una empresa o institución

Un ejemplo son los indicadores que se usan para calificar las acciones de una empresa o institución, en donde podemos distinguir los siguientes tipos de Indicadores:

- ↳ Indicadores Operativos
- ↳ Indicadores de Desempeño Operativo
- ↳ Indicadores de Desempeño Sustantivo

Estos Indicadores se denominan también Básicos, Estratégicos o de Gestión, ya que su misión es calificar los objetivos, avances y resultados de las acciones, programas o dependencias.

- ◆ **Los Indicadores Operativos** son indicadores simples y descriptivos que se integran generalmente de una sola variable. Se usan para medir el funcionamiento de las áreas operativas. Estos indicadores son comunes de encontrar en los programas presupuestales y de trabajo como metas a realizar o bien en los informes de labores.
- ◆ **Los Indicadores de Desempeño Operativo** son indicadores que agrupan a dos o más variables para reflejar los impactos, eficiencia, cobertura y calidad en que se realiza una actividad y sus efectos en el funcionamiento de una empresa o dependencia. Estos

indicadores deben proporcionar con gran claridad los resultados a lograr, para considerar que se ha cumplido exitosamente con el programa o actividad.

- ◆ **Los Indicadores de Desempeño Sustantivo** son indicadores que se encuentran relacionados con el desarrollo de las actividades sustantivas o básicas de un Programa o dependencia. Se utilizan mucho en el desarrollo de indicadores del medio ambiente, su diseño sigue el modelo Presión - Estado - Respuesta propuesto por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico).

Cuando se integra la totalidad de indicadores para un objetivo concreto y debidamente estructurado, es posible generar un Sistema de Indicadores

2.2.1. Procedimiento de Construcción

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la División de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable, han identificados cuatro grandes etapas en el ciclo de toma de decisiones, en las cuales los indicadores pueden apoyar en el establecimiento de políticas y decisiones, estas etapas son:

- La identificación de problemas,
- La formulación de políticas,
- Implementación de éstas y
- Su evaluación.

Para la elaboración de un sistema de indicadores se proponen los siguientes pasos:

- ◆ **Definir la finalidad del sistema** considerando los usos y los usuarios a los que está destinado,
- ◆ **Definición de objetivos y metas**, lo cual sirve para precisar el contenido de los elementos del sistema. Esta es una labor de carácter socio - política que debe llevarse a cabo por un proceso interdisciplinario, interinstitucional y abierto a la sociedad,
- ◆ **Investigación y desarrollo**, lo cual implica un proceso de recopilación de información sobre las relaciones causales para cada caso utilizando revisión bibliográfica y consulta de expertos.
 - Al analizar las relaciones causales se establecen los ámbitos que tienen que ver con el campo del sistema ej. Desarrollo sustentable = integridad de ecosistemas + salud y bienestar humano + aprovechamiento de los recursos.
 - En este proceso se desagregan cada uno de los ámbitos en componentes particulares, desarrollando para cada uno de ellos los indicadores necesarios (ej. Salud y bienestar humano = calidad del agua para consumo + recreo + niveles de ruido.)
 - Así estructurados, los indicadores no describen un ente ambiental abstracto, sino el estado del medio en relación con una preocupación ambiental concreta.

- En todo caso, la selección de indicadores agregados deben reflejar las condiciones del país (región o problema) y su capacidad de construcción,
- ◆ **Se define la estructura analítica del sistema (marco de análisis) y se seleccionan los temas.** Esta es una labor de carácter técnico determinada por los objetivos sociales del sistema y por los procesos de información y toma de decisiones para el que se crea. Al organizar los indicadores según un marco lógico se facilita su inteligibilidad y comunicación.
- ◆ **Propuesta de indicadores.** Aplicados el conjunto de criterios de selección según el sistema, dando mayor importancia: primero, a los de disponibilidad y adecuación de datos; segundo, a la validez científica y representatividad del indicador; y tercero, los relacionados con el uso final de los indicadores,
- ◆ **Consulta pública.** En esta fase los criterios de selección más próximos a los usuarios aumentan su relevancia, y
- ◆ **Revisión final y producción.** Se somete el sistema a una revisión interna, a consulta con expertos y con grupos de interés. Durante esta fase los criterios relacionados con el uso final del sistema adquieren relevancia.

2.2. Modelos de Indicadores

El concepto de Desarrollo Sustentable implica nuevas demandas de información, conjugando por consiguiente a todo el contexto informático un rol crítico en los objetivos de la evaluación y monitoreo de la misma sustentabilidad. Las diferentes definiciones y análisis hechos acerca de la sustentabilidad y el desarrollo, han creado conceptos y aplicaciones que tienen alcances distintos y por consiguiente los indicadores necesarios para su seguimiento y valoración pueden variar de un país a otro o de una región o sector a otro.

Tales propósitos han sido esquematizados mediante **Modelos**, con los cuales se pretende conceptuar la realidad y sus interrelaciones o interconexiones. *Un ejemplo de ello es el modelo generado por Swart et, al 1995, con el cual pretende modelar las interrelaciones entre los Sistemas Socioeconómico y el Sistema Ambiental en base a la Tesis de Commoner, la cual postula a la ineficiencia tecnológica como causa principal del desequilibrio ambiental.*

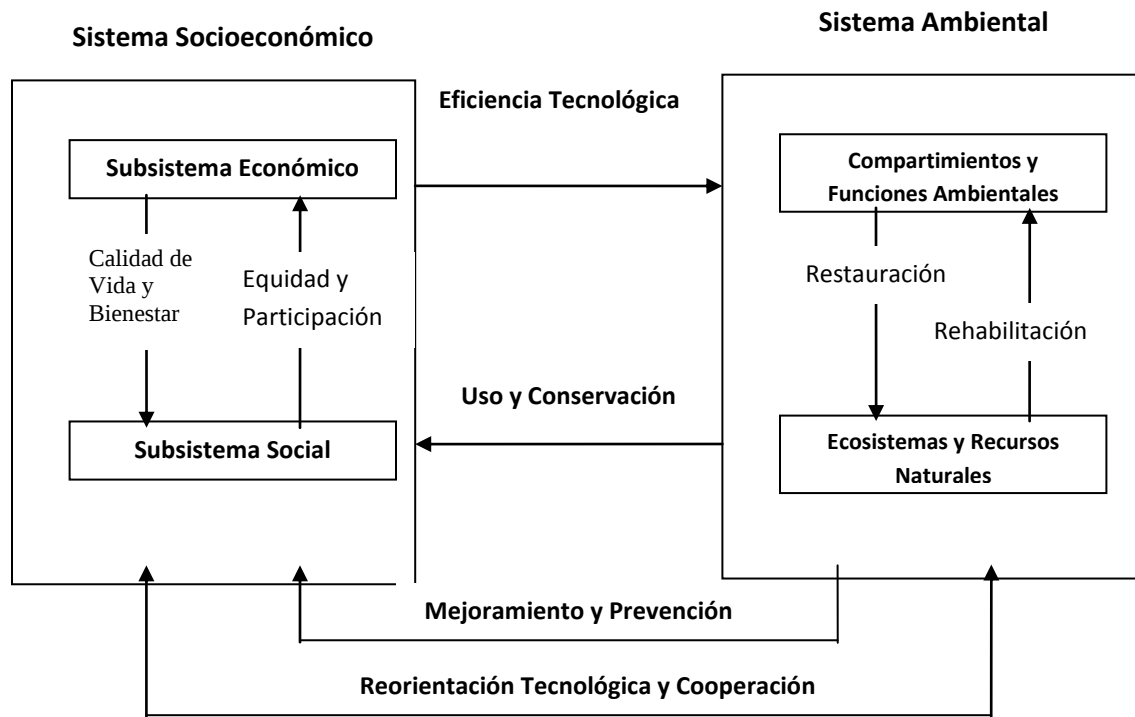


Fig. 3. Componentes y características del modelo de desarrollo sustentable. (Swart et al, 1995)

En realidad los Modelos de Indicadores son marcos conceptuales que permiten desarrollar un conjunto de indicadores organizados de manera de abarcar los factores ambientales, económicos, institucionales, políticos y sociales y ponderar las interrelaciones entre ellos.

Existen diversos marcos conceptuales disponibles que se pueden utilizar para guiar la selección y el desarrollo de indicadores. Los modelos existentes para obtener, analizar y elaborar informes ambientales son generalmente de dos tipos (EPA, 1995; Bakkes et al., 1994):

1. Modelos para la toma de decisiones o elaboración de estrategias que definen la relación entre la información ambiental y los valores sociales y/o objetivos y metas políticas (CCME, 1994; EPA, 1994).
2. Modelos de los procesos ambientales y las interrelaciones sociedad – medio ambiente que trata de clasificar los problemas ambientales en términos de causa efecto (Friends y Raport, 1979; OCDE, 1993; UN, 1984).

Aun cuando estos dos modelos son complementarios, ya que cada uno de ellos se refiere a diferentes dimensiones del proceso de elaboración de la información ambiental, el segundo modelo tiene una mayor preferencia dentro de la elaboración de indicadores para el medio ambiente y los recursos naturales.

El segundo modelo organiza y clasifica en términos de ciclos o cadenas causales de las interacciones sociedad – medio ambiente. Algunos ensayos de aplicación se basan en elaborar una contabilidad ambiental sobre aspectos físicos, ej. la publicación de “Cuentas Ambientales de INEGI”, (UN, 1984). Otros más recientes hacen explícitas las relaciones entre las estadísticas ambientales y el sistema nacional de contabilidad (Rodenburg, et al., 1995) o relacionan las causas de problemas ambientales con respuestas que la sociedad genera o debe implementar (Adriaansen, 1993).

En la última lección revisaremos el modelo de **Presión – Estado – Respuesta (PER)** a partir del modelo original de Presión – Respuesta, propuesto por Friends y Raport (1979). Este marco conceptual es probablemente el más aceptado a nivel mundial debido a su simpleza, facilidad de uso y la posibilidad de aplicación a diferentes niveles, escalas y actividades humanas.