

6  
2 Ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ZARAGOZA

ELABORACION DE UN MODELO DE EVALUACION AMBIENTAL

T E S I S

Que para obtener el Título de:

BIOLOGO

Presentan:

JORGE ALEJANDRO DIAZ OLVERA  
MARCO ANTONIO DORANTES MEJIA  
FAUSTINO LOPEZ BARRERA



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

	Página.
INTRODUCCION. . . . .	1
I. NECESIDAD DE EA EN EL QUEHACER ECOLOGICO. . . . .	3
II. MARCO TEORICO . . . . .	12
III. MARCO DE REFERENCIA . . . . .	16
IV. MARCO CONCEPTUAL. . . . .	19
V. TEORIA DE EA . . . . .	28
VI. EL MEDIO AMBIENTE HECHO POR EL HOMBRE . . . . .	31
VII. IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES. . . . .	34
VIII. CARACTERISTICAS DE LOS INDICADORES. . . . .	37
IX. LA NORMA. . . . .	39
X. FUNDAMENTOS DEL MODELO DE EVALUACION AMBIENTAL- PROPUESTO. . . . .	41
XI. EL AMBIENTE TOTAL . . . . .	43
XII. EXISTENCIA DE OBJETIVOS DE NIVEL. . . . .	48
XIII. PAISAJE E INDICADORES . . . . .	50
XIV. RESUMEN DE SUPOSICIONES FUNDAMENTALES Y VENTA-- JAS DEL MODELO. . . . .	54

	Página.
XV. FORMALIZACION DEL MODELO. . . . .	55
XVI. ESTIMACION EVALUATIVA DEL AMBIENTE TOTAL . . . . .	61
APENDICE I. . . . .	63
APENDICE II. . . . .	65
BIBLIOGRAFIA. . . . .	68

## INTRODUCCION

Los modelos constituyen por su utilidad representaciones de sectores de la realidad, esto es, de objetos concretos y de las relaciones que guardan entre sí (Bunge, 1983). En este sentido son una herramienta que nos sirve para tener una imagen de interpretación lo suficientemente confiable como para poder manipular el mundo real.

Dado que el modelo es una herramienta de trabajo, es deseable que posea las siguientes características genéricas de toda herramienta; ser de fácil manipulación y que al mismo tiempo su uso sea mecanizado.

Pero el modelo se diferencia de las demás herramientas - por poseer un conjunto de cualidades específicas que radican en su uso, como son: ayudan en la descripción, pueden predecir - ciertas pautas de comportamiento de fenómenos complejos, y además ayudan a comprenderlos y a conceptualizarlos.

El proceso de elaboración de modelos requiere de un conocimiento profundo y completo de los elementos constitutivos, - su ubicación relativa y sus relaciones mutuas, del sector de la realidad representada; de ello depende la funcionalidad del modelo en lo relativo a predictibilidad, pues en la medida en que la realidad se encuentra representada, lo más cercano posible a su totalidad y complejidad, permite la obtención de resultados - cada vez más confiables al momento del manejo científico de variables. De esta manera los modelos se convierten también en - mecanismos de retroalimentación, pues a cada manipulación de variables en que obtenemos resultados que predicen y/o radican el comportamiento del sector de la realidad representada, también - proporcionan elementos para enriquecerlos; así al momento que -

la herramienta es útil, se convierte en la promotora de su propio perfeccionamiento como imagen de la realidad.

## I. NECESIDAD DE EA EN EL QUEHACER ECOLOGICO

La razón de ser del desarrollo de la herramienta que nos concierne, a saber: "Un Modelo de Evaluación Ambiental", es consecuencia de un conjunto de problemas que se dan en el estudio de los fenómenos ambientales.

En este campo de la Evaluación Ambiental (EA) se distinguen a la fecha problemas basados en la diversidad de metodologías y de marcos teóricos, así como en la falta de unidad de fundamentos e intención.

La EA es una práctica que se necesita en un sistema complejo la cual sirve para verificar cada paso que se da en la transformación del medio ambiente. Según Stearns (1974) todo grupo social usa métodos de EA dentro de su contexto para comprender consecuencias de ciertos cursos de acción como resultado de decisiones previas; para determinar acciones prioritarias o para la toma de decisiones.

Los criterios usados hasta ahora para hacer EA, en la mayoría de los casos, son realizados por equipos o grupos de expertos, que se reúnen para resolver un problema concreto a la vez, y cuyas acciones, modelos etc. se resuelven según el problema que los ocupa en ese momento, dando como resultado una gran diversidad de metodologías. La carencia se debe a que no se usa una teoría de referencia (Zube, 1984).

Afirmamos que un modelo es válido si se deriva de un esquema al que se hace referencia (Badiou, 1976) -aparte de que sea representativo del fenómeno. En un modelo nominal, según el sistema de que se trate, dado un conjunto de principios (generalmente definidos de antemano) se infieren consecuencias,

que son válidas sí y solo sí se infieren de esos principios. De este modo, decir "válido" es equivalente a decir "referido a".- De lo anterior surge la pregunta: ¿Cómo podemos tener un modelo y una metodología de EA sin un esquema al cual se pueda hacer referencia?.

Las conclusiones de varias revisiones críticas recientes que investigan y aplican en el campo de la EA han alcanzado un nivel donde el crecimiento futuro es limitado por estrechas definiciones de base, y a la falta de una teoría general unificadora. Las decisiones no se pueden tomar en el momento ni en referencia a lo concreto del caso particular, en un momento dado. Estas decisiones se deben referir a un modelo que abarque todos los casos que se puedan presentar. Zube (1984<sub>1</sub>), revisa a diversos autores que poseen varias orientaciones disciplinarias - con respecto a la EA. Como ejemplos de algunos estudiosos que han presentado trabajos usando siempre sus originales y distintas orientaciones tenemos a Bernáldez (1981), Boyden (1978), - Ruiz (1983), Shaifer (1977) etc. Asegura el propio Zube (1984) que sin necesidad de ir enumerando los defectos y cualidades de cada autor o escuela dedicada al tema, bien podemos de modo general afirmar que una gran parte de los trabajos son demasiado empíricos, con una teoría pobremente desarrollada que fundamente su metodología. Aunque también se afirma lo mismo del otro extremo, que las teorizaciones sin aplicaciones en nada ayudan, no se puede asegurar que el medio sea la mejor solución.

El problema consiste en establecer finalmente, cómo evaluar, históricamente se han tenido varios modelos que varían en el tiempo conforme hagan referencia a cierto tipo de objetivos. En un principio estas evaluaciones tomaron la forma de un análisis de costo-beneficio, cuando muchas de las relaciones ambientales, sociales y de salud en un entorno dado, no se prestan fá



cilmente al análisis económico (Clark, B.D. 1985).

La EA se puede referir entonces a los esquemas monetarios, de salud, ecológicos, bienestar en el nivel de vida del usuario etc. El problema se resuelve en gran medida escogiendo o construyendo el esquema al cual se haga referencia.

Para ver mejor un que consiste nuestro problema, pongamos primero en claro que la EA es requerida donde:

- .) Se afecte la estabilidad y el equilibrio de un ecosistema dado:
- .) Haya evidencia que la salud, el bienestar o la seguridad de los usuarios que viven en ese medio puede ser afectada.

Para lograr esto, históricamente se han dado alternativas dependientes de los objetivos escogidos. La cronología en el desarrollo de la Evaluación de Impacto Ambiental y su relación con otras formas de evaluación han sido resumidas por Graner y Oriordan (Clark, 1985):

- 1- Falta de estimaciones formales; decisiones hechas sobre la base de presiones de grupos de interés y factibilidad ingenieril; relativamente escasa supervisión política de los presupuestos de los organismos a cargo de proyectos de desarrollo; énfasis principal sobre el desarrollo económico.
- 2- Análisis convencional de costo-beneficio; énfasis en los criterios de eficiencia y factibilidad ingenieril; la preocupación dominante era todavía el desarrollo económico.

- 3- Análisis innovadores de costo-beneficio; uso de objetivos múltiples y tasas de descuento, mecanismos imaginativos para ponerle precios a los factores ambientales; aunque el desarrollo económico sea uno de los objetivos que se persiguen, el modo de entender el fenómeno ambiental es todavía el económico.
- 4- La EA está preocupada principalmente por la descripción de las repercusiones sobre los procesos biofísicos; el desarrollo económico es aún un objetivo primario.
- 5- La EA da mayor atención a la descripción y evaluación de las repercusiones de las propuestas y proyectos sobre: - procesos sociales y normas culturales, así como sobre - los sistemas biofísicos; el desarrollo económico sigue siendo el objetivo principal.
- 6- La EA se hace en dos niveles, el primero para considerar las cuestiones generales asociadas con los grandes proyectos de desarrollo como un todo, y el segundo para investigar como un plan "aprobado" puede ser mejor diseñado, son mínimas perturbaciones sociales y biofísicas. - La EA es visualizada como una actividad creativa de manejo ambiental participativo.

La evaluación de impacto ambiental pone atención a la descripción y a las repercusiones probables según un marco de objetivos. Siendo la EA perteneciente al conjunto totalizador de las evaluaciones de éste tipo, tiene que tomar en cuenta los objetivos implicados. De este modo la EA describe por añadidura pero esencialmente evalúa el grado de cumplimiento de objetivos.

Nos podemos dar enseguida cuenta de que las metodologías

en EA se construyen en función a un conjunto de objetivos dado. Y esto se debe en gran parte a que los estudiosos dedicados a la EA pertenecen a varias disciplinas con distintas orientaciones.

El campo de la EA está rebosante de conceptos nacidos de distintas ciencias, y este es el principal problema para hacer EA. La diversidad de concepciones se explica, como se dijo antes, por el amplio rango de disciplinas distintas que se aplican a la evaluación ambiental. Pero no se puede evitar que la EA sea fundamentalmente multidisciplinaria y como tal, no debe estar sesgada a entenderse en términos de una sola disciplina, sino dentro de un contexto multidisciplinario. Afirma Zube (1984) y también Craik (1976) que cada paradigma varía en términos de validez, fiabilidad y utilidad. Aseguran estos autores, que algunos paradigmas -no multidisciplinarios- que muestran gran utilidad, muestran a su vez baja fiabilidad. Un equilibrio entre estos factores debe buscarse al hacerse EA.

Se acepta que la EA presenta diversas orientaciones, pero se está de acuerdo (Curtis, 1983) que una dirección ha de ser tomada para un desarrollo útil y significativo. ¿Cuál es esa dirección? es una pregunta a la cual trataremos de dar respuesta en el presente trabajo.

Debido al gran problema de la diversidad de fundamentos, explicado por la multitud de objetivos que los inspiran, es necesario dar una uniformidad, para que un desarrollo y aplicación de EA sea eficiente y funciones realmente como herramientas. De este modo desarrollaremos nuestro modelo de tal modo que contenga objetivos múltiples y que además no domine solamente la referencia económica. Objetivos tales como los concernientes a factores ambientales, paisajistas, del usuario. Conferencia tanto a la salud del usuario como a la del ambiente,

constituyendo la referencia económica secundaria. En el curso - del trabajo se verá claramente porqué ésto tiene que ver así. - Pero a modo de paréntesis podemos dar una somera explicación en base a algunas citas; Laurie (1983) menciona a Kassler quien - afirma que toda planificación y diseño inteligentes serán pro-- ducto de un proceso que respete la esencia del hombre así como - la de la naturaleza. Muchos autores están conscientes de que - hay que desatender los beneficios económicos para velar por el - bienestar del usuario. En el primer capítulo del libro de Ber-- náldez (1981) se puede leer una afirmación de un investigador - en arquitectura: "No hemos desarrollado ningún concepto cohe-- rente tanto a el edificio como a sus ocupantes". En la misma - obra cita a Perin: "He leído de los comentarios de los jurados encargados de faltar los premios del Progressive Architecture Ma-- gazine en los últimos ocho años (...) tratando de encontrar as-- pectos teóricos de "la naturaleza humana" o las 'necesidades hu-- manas' que forzosamente tengo que concluir que éstas categorías no figuran entre las bases de la evaluación arquitectónica". - Algo muy semejante a esta parece ocurrir con la EA.

Por tanto es deseable obtener un modelo que cubra estas - deficiencias es base a un esquema más acorde con la bienestar - de la naturaleza y usuario y en cual genera un conjunto de obje - tivos.

De este modo tendremos que recorrer en el presente traba - jo las siguientes etapas:

- .) Construir un marco teórico, donde se incluirá una unidad de fundamentos.
- .) Construir en base a lo anterior una teoría simple pe - ro eficiente para la EA.

.) El modelo se construirá en base a los supuestos de dicha teoría.

Afirmamos que algo es válido si se deriva de un esquema al que se haga referencia, en el sentido de Badiou (1976). Es decir "válido" equivale a decir "referido a", ¿La práctica de una ciencia a qué debe estar referida para que sea válida su hacer en el mundo?.

Las disciplinas existen por la misma razón que las herramientas manuales, pues es necesaria cierta labor sobre el mundo. La existencia de la medicina, por ejemplo, debe su razón de ser a la necesidad que tenemos de mantener la existencia y supervivencia del organismo. De este modo la validez la ecología descansa sobre una necesidad concreta, que es la de mantener la existencia de los ecosistemas. Dicho más concretamente, la necesidad de supervivencia ese objetivo buscado por todos los sistemas vivos, es también razón de ser y excusa para la práctica de varias ciencias, como la Ecología.

De este modo, podemos asegurar que la validez de la práctica ecológica no descansa sobre meros esquemas teóricos, sino por una necesidad real, tangible de nosotros mismos y de nuestro ambiente.

Entonces, dado que estamos inmersos en una circunstancia con problemas de valor supervivencia (contaminación, destrucción de paisajes y de especies animales, pérdida de bienestar y salud en habitats urbanos, etc.) se hace imprescindible un método para saber en que grado no se cumplen en nuestro entorno los objetivos de valor supervivencia. Tal método sería por su naturaleza evaluativo.

En su introducción, Nicol (1975) afirma: "El fundamento-

de una forma de pensamiento está supeditada a la forma del ser-pensado"; cuando en sus "Principios de la Ciencia" trata el problema de tratar con la realidad, Parafraseando lo anterior, - podemos decir que el fundamento de la forma de la práctica ecológica está referido al modo de ser del objeto sobre el que se estudia, es decir, sobre el ecosistema. Si el objeto de estudio de ésta disciplina es un sistema, tenemos que atender para estudiarlo sus características sistémicas. Idea ésta que seguiremos en el curso del presente trabajo.

La EA ofrece una imagen de conjunto de la problemática y sugiere prácticas concretas. Sabemos que se investiga porque - existen problemas, por lo que el tipo de problemas dan una dirección en ella. Una metodología de EA sugiere por tanto una - dirección en la práctica ecológica. Para tener más línea de - investigación prometedora es muy deseable un método que muestre el conjunto de problemas de carácter prioritario en los ecosistemas, lo cual como se ha afirmado, dará dirección a la investigación.

¿Porqué se afirma que la EA implica una dirección en la práctica? pues porque el resultado de evaluar un objeto consiste en mostrar en donde éste es problemático, esto es, donde no se ajusta a lo que es deseable que sea.

El modelo de EA en el presente trabajo, trata a un sistema S con un método que consiste en comparar dos matrices. Una que es la matriz  $B_0$ , que es la referencia o norma, que contiene los valores de las características deseables. La otra matriz es  $B_p$  que contiene los valores problemáticos en S. La diferencia obtenida entre  $B_0$  y  $B_p$  nos dará una estimación del grado de cumplimiento de la norma. Podemos obtener una matriz diferencia ( $D=B_0-B_p$ ). En D cada elemento dijésimo nos dá una estima-

ción del grado de incumplimiento en la característica *ijésima*. - El valor de la estima *dije* es inversamente proporcional al estado deseado.

Esto es un sencillo esbozo del modelo de EA, el cual al terminarse será mucho más elaborado, pero con lo anterior se puede dar una idea aproximada de como es. Su utilidad reside en que además de dar el grado de cumplimiento de la norma, nos dice la diferencia *D* en que lugar de *S* hay que efectuar cambios, es decir, hacer una práctica ecológica.

La relación entre la praxis ecológica y un modelo de EA donde se representan los lugares problemáticos en el sistema *S* ha quedado ejemplificada con lo anterior. Pero para hacerlo más claro, supongamos que *S* es un organismo humano y *Boel* conjunto de signos vitales, la labor de la práctica médica, en este caso concreto, el proveer que *Bp* (conjunto de signos problemáticos, como la presión alta) tienda a *Bo*. Del mismo modo operaría la ecología, su praxis al resolver problemas de *S* se reduce a hacer que *Bp* tienda a *Bo*.

La comparación entre la práctica médica y la ecología cuando enfrentan aspectos problemáticos de sus respectivos *S*, ilustra el hecho de cómo opera una disciplina cuya razón de ser y fundamento es el de transformar un estado de *S* problemático a un estado del sistema *S* deseable (definido de antemano como el más conveniente). Si esa transformación tipo "curación", a saber que *Bp* tienda a *Bo*, es la finalidad de éste tipo de disciplinas, sería completamente absurdo que éstas disciplinas no contasen con métodos para evaluar. De ahí que la ecología no pueda prescindir de la EA.

## II. MARCO TEORICO

El modelo de EA se construye en base a un conjunto de su puestos, y estos últimos están referidos a los esquemas dados - en el marco teórico.

Lo que haremos en el presente capítulo será partir con - la ecología para lograr una referencia general, entender cómo - se articularán los distintos paradigmas entre sí. Desembocare- mos de este modo a un paradigma general, conocido como TGS (Teo- ría General de Sistemas). Pues veremos que siendo el objeto de estudio de la ecología un tipo específico de sistemas, éste ob- jeto de estudio al pertenecer a esa categoría general; tienen - que ser tratados como sistemas. Las otras disciplinas lo que - tienen en común a pesar de su diversidad es que todas ellas es- tudian a su modo los mismos sistemas.

Veremos en este capítulo como usando las propiedades de - las estructuras jerárquicas, podemos valernos de una importante característica de los sistemas para generar el modelo de EA. - Será revelador el comprobar una relación existente entre el ob- jectivo más general de los sistemas vivientes (conservación sa- - lud) con el objetivo aceptado tácitamente en la labor ecológica (que será finalmente el mismo que atenderemos principalmente en EA) que no es otro que el de la supervivencia.

Finalmente, concluiremos que se puede obtener una imagen de un ecosistema mediante su estructura jerárquica de componen- tes funcionales o por objetivos. Estableceremos que la EA es - básicamente una actividad de estimación del cumplimiento de ob- jectivos siguiendo una imagen de estructura jerárquica de éstos. Por lo que la EA así como su modelo propuesto deben ser un re- flejo de todo esto.



## REFERENCIAS PARA LA EA.

Una teoría científica (Bunge, 1983) es un sistema de hipótesis que da una explicación de un sector de la realidad. Una teoría como sus modelos, pertenecen por necesidad a un cuerpo unitario. No es posible generar teorías en ningún campo (ni aplicaciones eficientes) sino existe ésta unidad de fundamentos. Esto es lo que necesitamos tener para el modelo de EA.

La confiabilidad de tal cuerpo unitario depende de la conflictibilidad de sus principios. Se ha afirmado (Bunge, 1983) que tal unidad está dada de manera que además de tener las teorías entre ellas relaciones lógicas formales, tienen unidad por la referencia común de sus distintas partes a un conjunto de conceptos clave. En éste capítulo anunciaremos esos conceptos-clave de referencia.

Todo marco conceptual implica necesariamente la forma y el sentido que adquiere la labor que en ella se sustenta. Como asegura Metnick (1983) cuando afirma que el método de análisis y evaluación de paisajes depende, o está referido a, el marco conceptual de las políticas existentes. La gran mayoría de EA-hecha hasta ahora está referida a normas legisladas o políticas, que se hacen por lo regular atendiendo las opiniones de un grupo de personas mas o menos informadas y/o con gran influencia en la toma de decisiones. Recordemos que en la introducción mencionamos que la forma de la práctica está supeditada a la forma del ser pensado: "La forma de la práctica ecológica está referida al modo del ser sistémico". Sea ésta nuestra referencia, definida de modo más natural y menos arbitrario, sin sustenterno en puros argumentos de autoridad.

FUNDAMENTO DE LA REFERENCIA:  
OBJETO DE ESTUDIO EN LA ECOLOGIA.

Recordemos que: "La práctica evaluativa ecológica tiene como finalidad obtener información del estado actual de un ecosistema determinado, para poder llevarlo a un estado terminal deseado".

Ante todo debemos aclarar que el objeto de estudio de la ecología son los ecosistemas (Pompa 1971) esto es, se encarga de estructuras definidas por "la totalidad del tipo de relaciones entre el organismo y su medio ambiente" (Odum, 1971).

El tema central en ecología consiste en el estudio de las comunidades (biocenosis) y su medio (biótomo) y el sistema resultante de ambos que es el ecosistema (Margaleff, 1980). El ecosistema es definido siempre de ésta manera como una resultante de las interacciones de componentes bióticos y abióticos.

¿Nos damos realmente cuenta de lo que decimos cuando hablamos de ecosistema? ¿pensamos en él como en un ente completo? ¿Nos damos cuenta de que cuando pensamos en ellos debemos adoptar una actitud para la comprensión holística?. Por necesidad tratamos a los ecosistemas usando un andamieje sistémico, pues no se les puede tratar de otro modo pues es resultado de la integración compleja de un conjunto de componentes perfectamente interrelacionados (Churchman, 1973). Necesitamos aceptar completamente que la referencia de la EA como el estudio de los ecosistemas está en el conjunto de conceptos clave que tratan a los sistemas. Tal conjunto de conceptos será nuestro marco de base.

Poseen los ecosistemas relaciones jerárquicas, niveles,-

propiedades emergentes, objetivos de nivel etc. características que comparten en común los sistemas complejos (Bertalanffy, Pero además de compartir las características genéricas de los sistemas los ecosistemas poseen características específicas, algunas de las cuales son muy conocidas: "tendencia a uno de la razón Producción Bruta/Respiración, aumento de diversidad de especies, alargamiento de ciclos de vida, aumento de estabilidad etc. (Ravinovich, 1969).

Concluimos: "El objeto de estudio de la ecología es un conjunto especial de sistemas: Los ecosistemas.

### III. MARCO DE REFERENCIA

Este objeto de estudio de la ecología, el ecosistema, para su estudio, para su evaluación, podría englobar a muchas disciplinas. ¿Desde que marco integrador se podría comprender un biocenosis humana? ¿Desde un marco de referencia religioso, social, económico o estrictamente biológico? si todos los marcos son pertinentes para lograr la comprensión del fenómeno, entonces ¿cómo lograr el acoplamiento interdisciplinario?.

Las ciencias en su efecto de buscar conocimiento recorren la realidad ya que parten de diferentes paradigmas, lo que hace que la realidad empírica a que hace referencia la ciencia tenga un sentido según sea quien maneje el problema (Leff, 1981).

Los conocimientos de una teoría científica son producto de la articulación de sus conceptos. Los cuales, como en cualquier estructura, no son libres de desarticulares y acoplarse a placer, por la acción libre del científico o el filósofo, sino por las necesidades técnicas e ideológicas de ejecutarlos a ciertas porciones de la realidad (Leff, 1981). Cualquier sentido de interpretación o modo de ver un problema debe sustentarse sobre un esquema formal en el cual adquiriera sentido. Una asociación cualquiera que ajuste las diversas porciones conceptuales de la realidad se puede hacer de varias maneras "válidas", pero no se trata aquí de darle un sentido cualquiera, sino un sentido concreto y natural de integración.

Un marco teórico es necesario para darle sentido a cualquier fenómeno o concepto en su interpretación. Un "metamarco" es necesario para asimilar en él y articular entre sí diversos marcos teóricos.

El paradigma, se puede decir de él que es "un modo de -

ver" (Del Pino, 1974). Afirma Galeano (1980) que es evidente - que las relaciones cognitivas paradigmáticas del tipo objeto-que-está-simplemente-dado (positivismo empírico) u objeto-activamente-construido (marxismo) implican marcos y significados - distintos.

Por ello, antes de ver un problema, de tratarlo, aún antes de formular una pregunta, debe probarse que la pregunta, - por ejemplo, tenga significado lógico, esto es, 'reductible a - un esquema formal manipulable, lógico, con sentido' (Carnap, - ). Es claro que a la pregunta ¿qué es electricidad? se responde y lo que se dice significa algo en el marco de la física. Pero una diversidad de miras válidas para el mismo objeto, que pueden ser interpretadas en marcos diferentes, que pueden coexistir en una multidisciplinariedad, se da un significado total, que se refiere a la totalidad de miras, este debe sustentarse - en un metamarco.

Pongámoslo de el siguiente modo: cuando existe una diversidad, lo más conveniente para hallar una unidad en ella, es tomar las características más generales, lo que da una categoría de mayor grado. Y lo que tienen en comun todas las cosas conocidas hasta ahora, es que se tratan de sistemas (Bartalanffy, - 1979). Por ello el mejor metamarco que tenemos a nuestra disposición, que trate de manera holística a un conjunto interrelacionado de manera compleja, es el de la TGS (Teoría General de Sistemas). La TGS puede asimilar problemas complejos y tratar con diversas disciplinas sin producir ninguna fricción peligrosa entre ellas.

La TGS puede dar sentido a las aplicaciones multidisciplinarias, pues la clave del sentido o interpretación que se le dé el objeto de estudio, depende directamente del proceso de asimilación al esquema (o marco de referencia) (Piaget, 1969).

No hacer referencia adecuada, no asimilar a un marco adecuado genera vaguedad, peligrosa en la labor científica. Y ésta vaguedad aumenta si el término en cuestión puede asimilarse válidamente a varios esquemas a la vez, lo que implica diferentes significados. Pues cuando se dice algo, se dice en referencia al objeto. Este objeto se denomina "designatum" o referencia en la teoría del significado (Del Pino, 1974). Si se habla de una ciudad como un todo de elementos físico-biológico-humano hablamos de un sistema, acepción más general, y menos vaga y conflictiva. El esquema de Sistema sería nuestro "designatum" para comprender lo que es la ciudad.

Esta necesidad de usar la perspectiva sistémica se acepta de manera táctica. Esta perspectiva comenzó a aplicarse a - marcha forzada, debido a la gravedad de los problemas surgidos - por la actividad humana (Pompa, 1976). No cabe exponer aquí en - forma detallada los logros de la TGS en los últimos años, pero - el lector interesado puede orientarse apropiadamente en obras - recientes que cubren el tema, como (Bertalanffy, 1981) - (Whyts, 1969) (Wilden, 1979) y otros.

La interpretación de un hecho complejo multidisciplinario (con marcos teóricos diversos) como el fenómeno del ecosistema, puede obtenerse al asimilarse a una disciplina, integradora de disciplinas (esto es, un metamarco) - como la TGS.

#### IV. MARCO CONCEPTUAL

El enfoque de sistema combina en forma efectiva la aplicación de conocimientos de otras disciplinas a la solución de problemas que envuelven relaciones complejas (Gerez, 1980).

La metodología del análisis de sistemas se basa en una máxima: Los sistemas complejos son más fácilmente analizables cuando son subdivididos en un pequeño número de unidades (Churchman, 1973).

A continuación enunciaremos algunos principios que para nuestra conveniencia usamos en la presente obra:

Definición: Un sistema es el resultado de la relación que mantienen entre sí un conjunto de componentes.

- 1- Un componente es una caja negra.- Una caja negra de manera general se define como: el conjunto de una clase de eventos, cada uno involucrando la concurrencia en una unidad de entrada específica, una salida específica y una específica regla de asociación, de entre un repertorio de entradas, salidas y leyes. (Pompa, 1976).
- 2- La relación entre los componentes en el sistema está concretizada por su estructura. (Bertalanffy, 1981).- La estructura es una familia de componentes dotada de una relación entre estas de subordinación. (Whyte, 1969). - No consisten un mero conjunto, sino que existen manteniendo una interdependencia jerárquica.
- 3- Todo sistema puede ser considerado como un componente o subsistema.- En virtud de que todo componente es una caja negra, el sistema también lo es.

- 4- Todo subsistema es un sistema.
- 5- Las relaciones entre los componentes implican la estructura del sistema.- No es completamente verdad lo que se aseguró en épocas pasadas, debido a la influencia de Aristóteles: "El todo es la suma de sus partes". Las propiedades de un todo estructurado genera propiedades novedosas o emergentes, que los componentes antes por sí solos no tenían (Bartalanffy, 1981).
- 6- Todo sistema es susceptible de ser tratado como una caja negra funcional, describiéndolo mediante un conjunto de entradas y salidas.- Descripción macroscópica que no atiende a descripción usando la intrincada estructura.
- 7- La estructura está definida por relaciones jerárquicas - de subordinación.- Si tomamos a una célula como ejemplo de un componente, podemos percatarnos de la existencia - de una jerarquía natural: Células-tejidos-órganos-sistemas de órganos-individuos-comunidad, etc.
- 8- Todo componente o sistema posee un conjunto de propiedades.- Para comprender lo anterior consúltese el apéndice 1.
- 9- El comportamiento de un sistema puede ser descrito usando sus propiedades o sus funciones.- Según la máxima de la TGS podemos subdividir la función total en subfunciones componentes.

Conviene poner un paréntesis aquí para señalar la importancia del tipo de imagen que se obtenga, pues ésta determina el modo y las técnicas bajo las cuales se ha de trabajar sobre el objeto de estudio. Estos principios nos están dando una re-



ferencia, un modo de ver el fenómeno. Dividiremos el sistema - en unidades funcionales. Verbigracia, algunos en el campo de - las neurociencias han preferido dividir el todo en unidades - conceptuales funcionales como es el caso de Jacob y Monod con - su "operón" (Whyte, 1969). La cual constituye una unidad fun- cional análoga a la unidad física llamada neurona, donde descri- ben comportamientos inhibidores o excitadores, tipo entrada-sa- lida. Una descripción de este tipo es muy deseable en los sis- temas ecológicos, y es la que usaremos en la EA.

- 10- El conjunto de propiedades del nivel n-ésimo de la es- - tructura total está dado y definido por el nivel (n-1) - de dicha estructura.- Para comprender este punto habrá- que leerse el apéndice II. Este punto es importante en- nuestro trabajo, ya que el objetivo total, primario que- se persigue en el ambiente depende del cumplimiento de - objetivos de menor orden.
- 11- En la práctica todo sistema vivo posee objetivos y metas. Esta afirmación es de particular importancia. El objeti- vo primordial en el funcionamiento de las estructuras de los seres vivos es el de no perecer. Es en este objetivo el cual hayan su razón los demás subobjetivos. La com- - prensión de éste hecho fue muy clara en el pasado, como- podemos descubrir al leer a Spinoza (1977) en su proposi- ción séptima: "cada cosa, en cuanto es en sí, se esfuer- za por perseverar en su ser".
- 12- Para cumplirse el objetivo primario de un sistema vivo - es menester que se cumplan primero sus objetivos secunda- rios.
- 13- La imagen de un sistema se puede lograr atendiendo a las relaciones entre componentes funcionales y de objetivos.

El análisis del sistema por objetivos, de un organismo vivo dá una estimación inmediata del estado de la estructura. Si los objetivos se cumplen, entonces el organismo estará sano (ver apéndice I) en caso contrario la estructura estará alterada y el objetivo supervivencia se vera seriamente afectada.

- 14- Existe en todo sistema vivo, o que incluya organismos vivos, (como el ecosistema) una estructura de objetivos o metas.

La imágen del sistema determina el modo de operar con él. Una imágen funcional, es conveniente en un sistema complejo. Una imágen funcional o por objetivos es necesaria en el tratamiento de sistemas vivos o en los que los involucren.

Asegura Stearns (1974) que el investigador decide de que manera considerar el sistema: 1) como un conjunto de entes con propiedades; 2) como un todo más grande que las sumas de sus partes, o 3) un conjunto de relaciones entre relaciones.

#### IMAGEN DEL SISTEMA MEDIANTE MATRIZ DE OBJETIVOS.

Atendiendo a lo anterior, está visto que ya no podemos ver a un objeto sujeto a evaluación sin atender a sus relaciones dependientes. Según Bunge (en Whyte, 1969) es la estructura de niveles la que considera una familia de conjuntos dotados de relaciones de subordinación, en donde podemos ver las relaciones entre los objetivos.

Para comprender de ésta suerte un sistema hay que desglosarlo en sus partes funcionales, esto es, hallar los niveles de significancia a los cuales los niveles superiores hacen referencia. Si un método de EA evalúa el grado de cumplimiento de ob-

jetivos es menester hallar el objetivo primero, iniciador, que se tiene que usar como referencia en un EA. En el apéndice II se especifica claramente la imágen jerárquica.

Existen métodos concretos para lograr imágenes de relaciones jerárquicas. y uno de ellos son las matrices (Gerez, 1980). Cuando la jerarquía es muy compleja y se requiere determinar las relaciones de subordinación no hay más que representarlo mediante una matriz y después asegurarse de que es correcta, que no hay en ella contradicciones. Esto se puede hacer mediante la matriz de Warfield (1973) que sirve para verificar relaciones jerárquicas. Los errores humanos pueden darse al momento de definirse una jerarquía, con el método de Warfield se evitan en gran manera. Esto se logra al comprobar las propiedades de la matriz, como la transitiva; si  $i$  está subordinado a  $j$  entonces  $m_{ij}=1$ , sino existe tal subordinación entonces  $m_{ij}=0$ . La relación transitiva en la matriz  $M$  consiste en que cuando  $m_{ij}=1$  entonces  $m_{ji}=0$ , y si  $m_{ij}=1$  y  $m_{jk}=1$  entonces  $m_{ik}=1$ . Propiedades importantes de las cuales se pueden usar al tenerse jerarquías demasiado grandes.

Las Matrices son muy convenientes como imágen, ya que identifican el conjunto de elementos relevantes y su interrelación inmediata, identificándose todos los vínculos (Gerez, 1980).

Si estudiamos los objetivos de un todo hay que descubrir sus relaciones de dependencia, lo cual se puede representar en una matriz. Si se quiere evaluar un objetivo  $m$ -ésimo de un sistema es necesario comprobar primero su lugar en la jerarquía.

OBJETIVO BASICO EN ECOLOGIA:  
ELEMENTO INICIADOR

En el apéndice I se expone esquemáticamente la opinión de que las enfermedades no son entes o cosas, sino estados o procesos de los sistemas vivos. Para precisar y definir el concepto salud usado aquí se recurre el concepto del espacio de los estados, control en la TGS.

De la lectura del apéndice I sacamos en claro que:

.) La normalidad está definida como un estado especial (una zona del espacio total) en el cual el objetivo supervivencia se cumple sólo en el espacio sano. La importancia de esto es que se puede definir a un espacio sano (y por tanto del objetivo aludido) mediante el valor de sus propiedades, o características, (valores que a veces se usan como norma).

.) Cualquier sistema, fuera de ese espacio sano está en peligro de secumbrir.

Algunos otros autores como Stearns (1974) distinguen estas zonas, éste último prefiere llamar a las zonas enfermas, como "Zonas Problema".

La buena salud no radica tan solo en la ausencia de achaque o enfermedades. La definición que adoptó la organización mundial de la salud la describe como una situación de bienestar físico, mental y social (Laurie, 1983). Cuando decimos de un sistema con elementos vivos, que éste es saludable, decimos que está cumpliendo con sus objetivos de supervivencia.

Tal es el objetivo de la práctica que actúa sobre los seres vivos, velar por su conservación, preservación etc., en de-

finitiva hacer que su estado saludable persista. No es gratuito que tal sea el objetivo de la medicina, y el concepto de salud es aún más amplio el poderse aplicarse no sólo al hombre sino incluso a los ecosistemas.

La ecología acepta de manera tácita este concepto. Verbigracia, sobre la biocenosis del grupo humano, asegura Tamames (1980) de que se ha expresado la común convicción de que el hombre tiene derecho fundamental de disfrutar un medio de calidad; que los recursos de los ecosistemas deben preservarse; de que los esfuerzos deben estar encaminados para dar una dirección hacia una sociedad más estable que puede sostener indefinidamente y de: satisfacciones a sus miembros. En un manifiesto citado por tamames, de las Naciones Unidas, se exigen que se cumplan al menos cuatro condiciones mínimas de salud: 1) perturbación mínima de los procesos ecológicos, 2) conservación máxima de materias y energía, 3) mantener una población en el que el aporte sea igual a la pérdida, y 4) un sistema social dentro del cual el individuo puede sentirse y disfrutar de las primeras tres condiciones.

Lo anterior refuerza la creencia de que nuestra ciencia y los modos políticos o legislativos aceptan de común acuerdo por concepto de salud. Es obvio que ahora, más que en ninguna otra época, es primordial el valor por la salud tanto de individuos como de ecosistemas.

El sistema es saludable si se consiguen los objetivos de valor supervivencia.

El objetivo de la práctica ecológica es garantizar la salud de sus objetos de estudio.

## OBJETIVOS SUBORDINADOS.

Los objetivos secundarios que tiene que atender la práctica ecológica para garantizar a el elemento iniciador, salud, - se visualizan al darse la necesidad de resolver una diversidad de problemas causados por trastornos que el sistema sufra.

Si tenemos la imagen del sistema por objetivos, podemos afirmar que en esa imagen, que representa una estructura y jerarquía, es posible ver la dependencia de un objetivo con respecto a otros, y de ésta manera localizar el trastorno al identificar el objetivo que no se cumple.

El no cumplimiento de objetivos secundarios se puede descubrir por los problemas o trastornos que padece el sistema. - Verbigracia; en un sistema urbano, existen manifiestas violaciones a ciertos subobjetivos para conservar la salud, como es el caso de no tener viviendas adecuadas, insuficiencia de áreas verdes, falta de espacio y aumento exagerado de la densidad poblacional (Forston, 1984). Todos estos problemas de asociarse producen necesariamente trastornos a la salud de Le biccenosis humana. Algo que a primera vista parece completamente trivial, como son los espacios verdes en las ciudades implican problemas serios al bienestar. En los países desarrollados existe mayor preocupación por el planteamiento de los espacios verdes en las zonas urbanas. Las normas internacionales recomiendan - al menos nueve metros cuadrados por persona de áreas verdes - (Rapoporti, 1983). Con el fin de dar comparaciones daremos algunas cifras: Los metros cuadrados de áreas verdes por habitante en París. Los Angeles, Nueva York, y México son respectivamente 16.7. 16.2, 8, 2. En ciudades subdesarrolladas y de poca planificación para la salud se dan cifras aún menores nueve décimas de áreas verdes (metros) por habitante.

Sirva el ejemplo anterior para ilustrar el hecho de que donde existe un problema es ahí donde no se cumplen los objetivos subordinados, y viceversa, que en conjunto logran el primordial que es la salud.

## V. TEORIA DE EA

Según nuestro marco teórico, hemos de entender a la EA - como una actividad que está íntimamente relacionada con la forma de representación del sistema de estudio, más específicamente con su representación mediante una jerarquía de objetivos. - Antes de continuar conviene definir lo que entendemos por evaluación, definición que se asimilará al marco teórico, lo que - hará posible la construcción de nuestra teoría propuesta de EA. Aunque sencilla, ésta imagen es importante porque hace referencia a la estructura por objetivos.

### DEFINICION DE EVALUACION.

Toda evaluación muestra rasgos comunes: posee un conjunto de normas que hay que observar, un objetivo concreto aunque no siempre especificado, indicadores que nos dicen en que medida cumplen los objetivos. Verbigracia; en el caso del agua - cuando se evalúa su potabilidad se verifica en que medida se - cumple el objetivo de que sea saludable, usando para lograr esto un conjunto de indicadores. Y el objetivo de dicha evaluación, su potabilidad, se cumple cuando "su ingestión no causa - efectos nocivos a la salud" (Diario Oficial de la Nación 2 de - Julio de 1953). Para cumplir este objetivo de potabilidad se - requiere un conjunto de indicadores con sus respectivos valores normativos a los cuales hay que efectuar la comparación. Aparecidos sus valores en el Diario Oficial anteriormente citado, - los indicadores para la potabilidad son: La turbiedad, el color, el pH, el nitrógeno monialcal, concentración permisible de bacterias, etc.

Según lo anterior:

La práctica evaluativa se reduce a estimar el cumpli



miento de una norma, y por tanto de un objetivo concreto.

Los valores normativos de un conjunto de indicadores definen en un sistema un estado "saludable". (Del mismo modo que los vectores de la zona del espacio de los estados de un sistema lo definen como tal, como se especifica en el apéndice I). - Queda claro con el ejemplo anterior que al evaluar, lo que se hace es estimar el grado de cumplimiento de un conjunto de objetivos.

Antes de dar nuestra definición de evaluación, conviene resumir las características que le conocemos: 1) Existe un objetivo general a cumplir, que depende a su vez de un conjunto de subobjetivos, (Verbigracia, como el de potabilidad que depende a su vez de la ausencia de organismos patológicos), 2) Los indicadores muestran que subobjetivos se cumplen y también el grado de cumplimiento al ser comparados con la norma, (como en el caso de concentración de bacterias permitidas) y 3) Existe un conjunto de valores deseables de los indicadores que son en conjunto la norma, regla de medida de toda evaluación.

#### Definición:

La evaluación es una estimación del grado de cumplimiento del objetivo que muestra un objeto concreto con respecto a un valor de cumplimiento del mismo objetivo tomado como normal (seno) de esta clase de objetos.

Se considera el grado de cumplimiento de objetivos como proporcional al cumplimiento de la norma.

Los objetivos dados en las evaluaciones dependen directa y fundamentalmente de las directrices y actividades humanas en los ecosistemas. Por ello hay una gran variedad de tipos de evaluaciones, porque dependen del uso específico y de los objetivos de ese uso. A pesar de ello esa diversidad tiene características genéricas que no puede dejar de tener toda evaluación:

.) Se evalúa donde los problemas observados en el medio nos hace concientes de los objetivos que no se cumplen.

.) Los objetivos a cumplir muestran la naturaleza de los indicadores, (especies vegetales específicos por ejemplo).

.) El conjunto de los valores deseables de los indicadores generan la norma.

.) El grado de presencia de dichos indicadores nos dicen el grado en que se cumplen los objetivos.

Pero los objetivos de cualquier evaluación dependen de la actividad del hombre sobre sus ecosistemas. Antes de continuar conviene establecer el hecho conocido de que los ecosistemas son moldeados de manera categórica por el hombre.

## VI. EL MEDIO AMBIENTE HECHO POR EL HOMBRE

En nuestro medio nada escapa a la actividad transformadora humana y los ecosistemas son alterados por ella. Según esto la actividad humana determina y define la clasificación de los ecosistemas según su uso, y así los aleja o acerca a su estado de equilibrio o salud.

El hombre define su medio ambiente.

Todo ecosistema es afectado directa o indirectamente por la actividad humana.

El hombre no vive en los ecosistemas en actitud contemplativa, tiene un papel concreto en ellos, es un usuario. El modo de uso depende directamente de sus necesidades, pero además de su percepción. ¿De qué modo el ser humano como elemento de un grupo cultural determinado, percibe su medio ambiente? Según el MAB (1977) esta pregunta debe considerarse como fundamental cada vez que se trata de comprender las relaciones de interdependencia que existen entre el hombre y la biosfera. Toda decisión y toda acción del hombre que influyan sobre su medio ambiente se basan no solamente en elementos objetivos sino también en factores subjetivos. Esta observación constituye la base de la investigación sobre la percepción y uso del medio por el hombre.

El estado de un ecosistema, el conjunto de sus determinaciones, depende del uso que el hombre le dé.

Todo medio ambiente tiene un grado de transformación sobre él.

Los ambientes son transformados paulativamente (y no siempre con conciencia clara de las consecuencias). Se han creado medioambientes rurales y urbanos. Inclusive los medioambientes naturales que se han supuesto intocables tienen un uso concreto de esparcimiento y recreación.

Los problemas generados en los ecosistemas que han hecho peligrar su salud no son otra cosa que síntomas del uso inconveniente al que han sido sometidos por los objetivos humanos.

Los usos humanos deben concordar con los objetivos propios del ecosistema (salud); sea conservación, explotación regulada etc.

El punto anterior hay que tomarlo en consideración a la hora de evaluar. Pues la diversidad de ambientes depende del grado de transformación que se ha hecho sobre ellos. Zube (1974) hace incapié en la necesidad de tomar al usuario como un instrumento de medida en la evaluación, pues es él el que le dá un carácter específico al ambiente.

Además de la diversidad propia que los ecosistemas presentan entre sí, el hombre impone una nueva diversidad que posee las consecuencias propias del uso humano.

Necesitamos una pequeña nota aclaratoria para tomar conciencia de los problemas de nuestro medio. Esa toma de conciencia se logra al ver las violaciones a las normas y objetivos, pues implica una transformación indeseable en el medio. V.gr.

tenemos problemas en el medio natural que sugieren las normas - violadas: extinción de especies, disminución de zonas naturales, aumento de desertificación y paisajes urbanos, desaparición paulatina de los bellos paisajes naturales etc. Asegura también - que las erosiones humanas al medio no han desaparecido y que no se toman medidas para erradicarla, los espacios naturales disminuyen. El crecimiento de las ciudades implica una tendencia a ocupar un espacio residencial mayor, y esto implica también a - crear un espacio aún mayor para servicios tales como carreteras, centros comerciales, escuelas, jardines, etc. todo a expensas - del medio natural. V.gr. en U.S.A. se calcula que el terreno - urbano crecerá de  $8 \times 10^6$  Ha de 1960 a 18 millones de Ha para - el año 2000 (Rapoport, 1983). Además la propia expansión urbana altera el paisaje, y éste recurso logrado por la naturaleza - a través de millones de años se pierde en unas cuantas décadas, y aún en menos tiempo.

Dados los problemas, resultan - claros los objetivos que no se - logran. Los problemas en el - ecosistema sugieren el establecimiento de normas y el conjunto de indicadores a utilizar.

## VII. IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES

Comprendemos que para ampliar con el objetivo salud han- de cumplirse primero los subobjetivos cognados a la estructura- jerárquica total.

Recordemos nuestra proposición anterior, fundamental en- nuestra teoría, que dice "todo ecosistema es afectado y defini- do por la actividad humana" atendiendo "definición" por limita- ción sufrida. El ecosistema depende del uso que se le dé y así estará definido su estado. Los objetivos secundarios para la - consecución de la salud no entran en conflicto con los objeti- vos de uso o propios del usuario, lo que es lo mismo que decir, que los objetivos dentro de un ecosistema, tanto los del bióto- po y de la biocenosis, no entran en conflicto. V.gr. en un - sistema natural el objetivo propio de "conservación no choca - con el de "recreación" de los usuarios humanos, pues ambos tie- nen la misma referencia, la salud del sistema total.

En un ecosistema determinado - por el hombre, los objetivos - propios del ambiente y los del- usuario no entran en conflicto- si se subordinan al de la salud, esto es, que tengan la misma re- ferencia del sistema total, for- mando éste del hombre con su me- dio.

Ambos conjuntos de objetivos, tanto humanos como los - propios de la supervivencia del medio, han de tomarse en cuenta para la evaluación. Se ha señalado un conflicto típico entre - acciones encaminadas a satisfacer necesidades humanas, y la ten- dencia de los habitats a seguir su estabilidad (Lynch, 1981). -

Se ha afirmado que la solución a tales problemas descansan en los juicios de valor de los usuarios, que son los que determinan objetivos múltiples; el concepto de valor designa la utilidad y viceversa. Estos criterios son los que al final de cuenta determinan el tipo de indicadores usados en la práctica evaluativa.

Las políticas plantean ya objetivos a alcanzar para resolver problemas de conservación ambiental y de bienestar del usuario, y estos a su vez los tipos de indicadores a usarse para conocer ésto. V.gr. (NEPA, 1969) declara una política nacional usada en U.S.A. que pretende una armonía entre hombre y ambiente. Creada para promover esfuerzos los cuales prevendrán y eliminarán daños al ambiente y a la salud y bienestar del hombre. La dirección de los esfuerzos están encaminados según esa referencia de objetivos establecidos por política (Zube, 1973). En México, los objetivos de las políticas existentes son semejantes y convergen: "Modificar el paisaje, imponerle mayor identidad con el hombre, capacitarlo para sustentar (...) Este ha sido y sigue siendo la gran tarea del mexicano del valle de México" (DDF, 1975). Se han legislado leyes, objetivos y ordenamientos jurídicos-administrativos auxiliares en la regulación de la materia ambiental en México (Toledo, 1983). Las Instituciones no solo emiten objetivos y juicios de valor, sino que dan la pauta para escoger el tipo de indicadores. Asegura Zube (1974) que un estado final ideal deseado se expresa tanto como es posible en términos de los valores inherentes a las políticas. Se ha definido la política como "el mecanismo a través del cual las demandas de la colectividad son tomadas para su conversión en acciones".

Los objetivos definen la táctica de como evaluar y la naturaleza de los indicadores. Si se habla de la calidad del lugar tendríamos que atender a características que nos hablen de-

ello. V.gr. las plantas son indicadores notablemente buenos; - nos hablan del clima, del suelo, del agua e incluso de la historia del lugar (Linch, 1981).

Dado un fenómeno complejo no resulta económico atender a todos los parámetros, la solución metodológica es usar características o indicadores que señalen el comportamiento de ese conjunto de parámetros. En las mediciones de tales indicadores se podrían presentar problemas, pues algunos son mediciones físicas precisas del entorno, y otras por el contrario, son subjetivas, valoraciones percibidas con respecto al usuario.



### VIII. CARACTERISTICAS DE LOS INDICADORES

Podemos afirmar que dada una multitud de parámetros que nos dicen algo sobre el medio y el bienestar humano, tendríamos como consecuencia una lista interminable de ellos, esta multitud se puede reducir con el uso de indicadores.

En ecología los indicadores denotan con su abundancia características del medio en el que se desarrollan, por lo tanto se usan cuando: "La observación o cuantificación del indicador es más sencilla que la del objeto indicado (Odum, 1971). Afir-  
mamos que Bernaldez (1981); Llamamos indicadores a las especies (...) -o unidades taxonómicas de mayor detalle- o a las asociaciones naturales de éstas, que están relacionadas con determinadas circunstancias ecológicas con la suficiente regularidad y claridad, para que esas circunstancias puedan conocerse a partir de la presencia de esas especies o asociaciones. Odum asegura que los factores específicos deciden a menudo de forma más precisa cuales clases de organismos estarán presentes, podemos invertir la situación y indagar la clase del medio físico a partir de los organismos presentes. V.gr. Para saber si se cumple el objetivo de no-contaminación en las zonas urbanas, se busca la presencia de ciertas especies indicadoras, como halló Laudon en los líquenes que son muy sensibles a los contaminantes (Rapport, 1983).

También se pueden fabricar índices que estiman un conjunto de parámetros. Un ejemplo lo tenemos en Ostle (1973). Sea  $Y$  el grado de arterioesclerosis, podemos hacer  $Y = B_i X_i$  donde  $B_i$  es una constante hallada con métodos de análisis multivariante,  $X_i$  es una variable. El subíndice representa los tipos de variables, con  $i=2$  la concentración de colesterol en la sangre, y así sucesivamente.

Lo mismo se puede hacer si se utiliza al usuario como medida. Siempre con la salvedad de que éstos indicadores de predicción se sometan al contexto de donde salieron, pues los cambios de cultura de un lugar a otro, pueden alterar significativamente el valor del indicador. Uno de estos ejemplos se refiere a la apreciación del paisaje por el usuario. El recurso del paisaje puede ser usado para recreación y para obtener un gusto estético. Bernáldez (1981) menciona que la evocación más frecuentemente citada por el usuario del recurso paisajista es lo que llaman "belleza del paisaje". Tomando en cuenta la preferencia, Shaffer (1977) calculó un índice de preferencia en un lugar tomando factores de preferencia reconocidos por el usuario. De este modo,  $Y$  es el grado de preferencia "estética" en  $Y = \sum B_i X_i$ , donde  $B_i$  es una constante y  $X_i$  es una característica del paisaje tal que: con  $i=1$  se trata del perímetro de vegetación inmediata,  $i=5$  es la cobertura de agua etc. De manera semejante Fraik (1976) ha desarrollado índices útiles que sirven para determinar la calidad ambiental percibida por el usuario, lo que llama PEQ1 (Perceiving Environmental Quality Indices) que le sirven para evaluar, y esclarecer metas en la política ambiental.

## IX. LA NORMA

Recordemos que evaluación es el grado de cumplimiento de los objetivos, viéndose esto en el número de características satisfechas según el ideal establecido en la norma. Haciendo una alegoría con las propiedades del espacio de los sistemas (apéndice I). Los valores de las funciones consideradas como normales en el espacio n-dimensional tomado como son los valores normativos.

El conjunto de indicadores nos dá el valor normativo, la norma específica todos los valores normativos considerados como saludables.

La norma es un conjunto de valores ideales de los indicadores. Como ejemplo de un conjunto normativo a continuación mostramos en la tabla I la Norma referida a las condiciones de un paisaje dado en la urbe. Contiene las características que necesitamos evaluar, el objetivo de la parte de ese contexto y la norma.

ASPECTO	OBJETIVO	INDICADOR	VALOR NORMATIVO
Espacios verdes	CB	Plantas	9 m <sup>2</sup> /habitantes (Rapoport, 1983; o 12 Ha de parque/mil viviendas (Laurie, 1983).
Densidad poblacional	CB,S	Indice numérico	El límite aceptable 1-120 familias/Acre (Forston).
Apiñonamiento urbano	CB	Indice numérico	Ocupación de una familia por casa; el área construída/área total, entre 0.3 a 0.7 (Rapoport, 1983).
Microclima	CB	Indice numérico	Entre 10-25° C (Höschele).
Ruido	CB	Indice numérico	20-30 decibeles durmiendo y 50-65 en vigilia (TNBS,1975).
Vientos	CB	Indice numérico	En escala de Beafort (Bo-FORUNOS 1=8 km/Hr (Forston).

TABLA I

Donde CB=confort, y Bienestar; S=salud.

La tabla I muestra el modo en el que una norma puede ser representada, en ella cada indicador tiene un valor concreto. - La norma se representa mediante una tabla o mediante una matriz si se requieren cálculos mecánicos. Podemos asegurar que cada tipo de ecosistema ha de tener una norma, de hecho la posee, como cobertura vegetal, tipo de vegetación, porcentaje de agua - etc. Una investigación rigurosa podría determinar varias matrices para cada paisaje, incluyendo los urbanos y rurales. Así, - teniendo un conjunto de valores normativos las decisiones políticas que afectan al hombre y a la biosfera tendrán menor impacto.

Problemas tales como la desertificación, la tala inmoderada de los bosques tropicales, la caza excesiva, efectos nocivos sobre el paisaje etc. nos muestra que hacen falta normas, - (ya no del cumplimiento de las pocas que hay) e investigaciones para satisfacer ésta necesidad.

Zube (1974) afirma que el propósito de la evaluación es ver en qué medida los objetivos ambientales son cumplidos.

## X, FUNDAMENTOS DEL MODELO DE EVALUACION AMBIENTAL PROPUESTO

Podemos ahora teniendo fundamentada nuestra teoría y nuestro marco teórico a explicar los postulados fundamentales en las cuales descanza el modelo. El presente modelo hace referencia a la estructura jerárquica de objetivos y a su grado de cumplimiento, todo esto explicado anteriormente.

Entendemos el modelo como una representación de un proceso (Badiou, 1976). El modelo propone una construcción matricial que dará una imagen del universo de evaluación y permitirá la fácil manipulación de índices. Con este procedimiento la labor del cálculo de EA se puede hacer de manera mecánica, automática, siguiendo un sencillito algoritmo.

Mencionamos antes que el mecanismo a través del cual las demandas de la colectividad son tomadas para para su conversión en acciones, es la política. Por principio se supone que es el usuario quien determina el modo en que son tratados los ecosistemas, y son ellos los que por medio de la política transforman, regeneran o perjudican a los mismos. La actuación del usuario es la parte medular en los criterios de EA.

Por ello conviene resaltar y recordar que el hombre tiene un papel determinante en la existencia de los ecosistemas: "el medio-ambiente, es un hecho del hombre".

Existe una diversidad de ambientes y es susceptible de clasificación. Dice Pompa (1971) que cualquier región de la tierra se puede dividir en diversos sistemas ecológicos o ecosistemas. Pero pueden haber tantas clasificaciones como criterios para clasificar. Por ello recordemos nuestro criterio principal, que es el usuario, el hombre el que determina la con

dición de los ecosistemas. Por ello, en nuestra clasificación de esa diversidad atenderemos al grado de transformación efectuada por el hombre sobre el medio.

## XI. EL AMBIENTE TOTAL

Definición: sea 'At' el ambiente total (Una región considerada como universo de estudio) y 'Ai' una región de 'At', tal que:

.) 'At' sea el conjunto de todas las regiones (o ecosistemas).

..) 'Ai' sea una región, perteneciente a 'At', un tipo de ecosistema dado. De tal modo que si  $i=1$  se trata de la clase de ecosistemas completamente naturales, y si es mayor a ese número, están siendo transformados cada vez más. El valor de 'i' es proporcional al grado de intervención humana en ese medio. Ponemos el mayor valor  $i=3$  para el sistema urbano, completamente transformado. Podemos hacer variar a 'i' de 1 hasta 10, o en el rango, aún mayor  $1 \leq i \leq 100$  según el grado de precisión deseado. Sea necesario saber que 'i' es proporcional al grado de transformación humana del medio, sabemos que existe un gradiente, difícil de determinar, pero manejemos solo tres clases de 'Ai', que es el grado de acercamiento deseado, no necesitamos más.

...) 'At' es el conjunto de 'Ai' tal que  $1 \leq i \leq 3$ .

La ciudad ( $A_3$ ) constituye el más artificial de los ambientes o paisajes, por tal razón ha sido poco atendido por los estudiosos de la ecología, que concentran sus esfuerzos en ambientes menos perturbados (Rapoport, 1984). Conviene que las zonas urbanas sean atendidas por los ecólogos y que estudien y evalúen el nivel de vida, si se cumplen los objetivos de valor-salud en las ciudades, y no se concreten como se ha hecho efectuar solamente inventarios florísticos.

Las fronteras para distinguir los ambientes 'A<sub>1</sub>' (natu--

ral), 'A<sub>2</sub>' (rural) y 'A<sub>3</sub>' (urbano) no es completamente clara debido a la existencia del gradiente de transformación. Pero algunos juicios de los investigadores pueden ayudar.

Se ha dicho que el objetivo del ecosistema rural es el de la adquisición de insumos para la sobrevivencia de los grandes urbes (Pompa 1976), en éste sentido, la extracción de los materiales que necesita A<sub>3</sub> lo hace por mediación del sistema A<sub>2</sub>. En sentido estricto (Toledo, 1985), la unidad económica encargada de la producción es la familia campesina. Por razones históricas, agrarias y culturales, A<sub>2</sub> produce en gran medida a los usuarios los bienes de la naturaleza.

Toledo (1985) hace distinción entre ambiente natural y transformado usando la intervención del hombre como criterio de juicio, y asegura que "Las comunidades campesinas son entonces unidades situadas en la interacción de lo natural y lo social". El distinguir A<sub>i</sub> en un conjunto total A<sub>t</sub> es hecho por varios autores (Bookchim, 1974) (Pompa, 1974), también lo hace Stearns (1974) que sólo hace distinción en los extremos.

Entonces el ambiente total 'A<sub>t</sub>' es una diversidad que se clasifica según el criterio del gradiente de transformación humana. Siendo 'A<sub>t</sub>' composición de 'A<sub>i</sub>'. ( $1 < i < 3$ ) entonces cada 'A<sub>i</sub>' coopera con una razón de peso en la composición total, para conformarla. De éste modo a cada 'A<sub>i</sub>' de un 'A<sub>t</sub>' dado se le puede asignar un vector  $w' = (w_1, w_2, w_3)$  donde cada  $w_i$  es la razón de peso asociada a su respectivo 'A<sub>i</sub>' en la composición total del ambiente. V.gr. un medio puede tener un noventa por ciento de áreas naturales y un diez por ciento de áreas rurales.

#### DIVERSIDAD DE LAS REGIONES DE A<sub>t</sub>.

La gran diversidad en 'A<sub>i</sub>' puede clasificarse usando las



características propias que las distinguen entre sí.

Definición: Sea 'Ai' el conjunto de los ecosistemas del tipo i-ésimo, y 'Aij' el j-ésimo tipo de tal conjunto tal que:

.) 'i' signifique lo mismo que en el apartado anterior.

..) 'j' como una variedad de un 'Ai' dado.

Así los biomas o ecosistemas naturales (bosque de coníferas La tundra, La sabana etc) son elementos tipo Aij de Ai, y cada uno de esos 'Aij' quedarían definidos por el grado de presencia de vegetación y su tipo, agua, especies animales, clima-etc.

Un paisaje 'Aij' queda definido por la especial composición de las características que lo conforman.

Debido a la complejidad de las partes que componen un sitio se supone que cada lugar es único. Cualquier sitio es resultado de una composición característica, de plantas y animales, topografía en el suelo etc. (Lynch, 1981).

¿Cómo designar a cada 'Aij? Podemos dar a cada uno un nombre partículas a la manera que se hace en ecología con los biomas y otros, pero los nombres dados por la disciplina dependen de las definiciones de la propia disciplina y no de las relaciones y percepciones del usuario.

Tenemos que asignar, por tanto, en función a las habilidades y capacidades para distinguir del usuario. Asegura Zube (1975) que los usuarios conceptualizan el ambiente en términos-

de su potencialidad de oportunidades y experiencia. Los usuarios designan a los paisajes con los nombres que para ellos significan algo.

Por razones de método, ya que el usuario es pieza muy importante en nuestro andamiaje, designaremos bajo el nombre de "Paisaje" a la variedad 'Aij' de un 'Ai' determinado. No es una estrategia nueva ésta de designar paisaje a una variedad de 'Ai', el uso de dividir el ambiente total en paisajes ha sido hecho por varios estudiosos (Ruiz, 1982) (Bernáldez, 1981) (Manning, 1975). Por ello conviene: "describir usando términos simples tales como colinas, granjas y bosques (...) Este hecho sugiere que en la clasificación y descripción de los estudios de los demonios evaluativos, cada esfuerzo debe ser hecho para identificarse e invocar los conceptos y vocabulario de los usuarios" (Bernáldez, 1981). La labor evaluativa muchas veces tiene por necesidad manejar el lenguaje de los usuarios, ya que ellos forman también el sistema de estudio.

Para el usuario el paisaje es la percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas. (Galiano, 1986). El paisaje es fundamentalmente información que el hombre recibe de su entorno ecológico".

Podemos definir de varias maneras el paisaje. (Manning, 1975): "El total arreglo resultado de los procesos naturales sobre la superficie terrestre". Existen del mismo modo elementos puramente físicos (aspectos del relieve, laderas, valles, horizontes) que pueden ser estudiados y descritos de forma razonablemente objetiva e impersonal a través de la medida de un número adecuado de variables del medio físico.

Definición: Paisaje: "Porción de superficie terrestre provista de límites naturales (rocas, relieve, vegetación, anima--

les) que forman un conjunto homogéneo".

El paisaje 'Aij', puede ser definido como un conjunto de elementos característicos naturales que tienen una composición particular y que además posee un significado concreto para el usuario.

XII. EXISTENCIA DE OBJETIVOS DE NIVEL

El sistema total 'At' es composición de tres tipos de - subsistemas (Natural, rural, urbano) y a la vez cada uno de éstos está formado por paisajes. Podemos presentar sus relaciones mediante un diagrama (Figura I) donde se observan también - las relaciones de nivel entre los objetivos (primero, segundo y tercer orden).

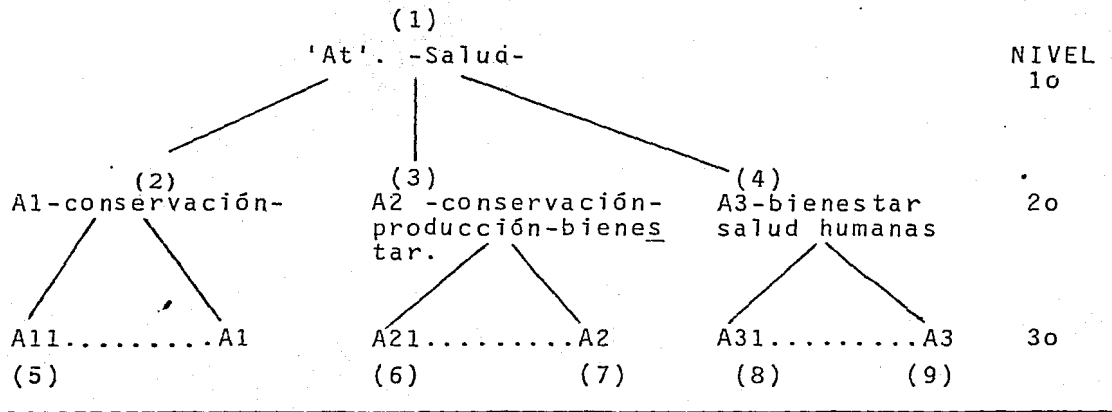


Figura 1

Con respecto a la jerarquía de objetivos quedaría representada por la matriz de Warfield (1973).

Resulta ésta una matriz sencilla para vislumbrar jerarquías. En ella, como aseguramos en el primer capítulo, existe subordinación de la fila a la columna. La propiedad transitiva, nos dice que tal jerarquía se mantiene, esto para que todos los elementos garanticen la consecución del objetivo del elemento iniciador. La imagen puede describirse como sigue, donde  $m_{ij}=1$  indica la existencia de subordinación,  $m_{ij}=0$  lo contrario. Los números de filas y columnas son los números encerrados en -

un círculo de la figura anterior. Se puede decir que la figura 2 es representación matricial de la jerarquía de la figura 1:

-123456789

1	000000000
2	100000000
3	100000000
4	100000000
5	010000000
6	001000000
7	001000000
8	000100000
9	000100000

Figura 2

La matriz Warfield nos muestra que no existe contradicción interna, lo que se vé de inmediato en una representación matricial.

### XIII. PAISAJE E INDICADORES

Definición: Un paisaje 'Aij' es una composición de un conjunto de n-características o indicadores tal que:

.) Cada característica sea identificable o asignado como elemento perteneciente a un objetivo determinado de un conjunto de m objetivos.

..) A cada indicador o característica le sea asociado un grado de importancia o razón de peso para definir la composición.

Pongamos el caso de que todas las filas de una matriz B sean las características enumeradas de 1 hasta k, y que los objetivos estén representados por número de columna, de 1 hasta m. La matriz es por tanto del orden (km). La matriz B es entonces una representación por composición de objetivos y características de un paisaje 'Aij'. Entonces habrá un valor  $b_{ij}$  ( $1 \leq i \leq k$  y  $1 \leq j \leq m$ ) que nos dice "qué tanto" se cumple el objetivo por la presencia del indicador.

El grado de predominancia de cierta característica es proporcional al cumplimiento de objetivo.

Por su propia naturaleza el paisaje es cambiante (Galiano, 1985) lo que da diversos grados de composición. Por la influencia de cada característica podemos darnos cuenta de distintos estados del ambiente. Podemos percatarnos de un medio fértil que inmediatamente lo relacionamos con el porcentaje de biomasa en el suelo, humus, árboles sanos y ausencia de suelos yermos o erosionados. Cada una de estas características dan la percepción de fertilidad pueden estar presentes en distintos porcentajes en la composición total de ese medio.

La actividad y finalidades humanas determinan la condición de un 'Aij'. Afirma Ruiz (1982) que "la actividad secular sobre estos sistemas se mediatiza por circunstancias socioeconómicas y culturales (...) Es importante considerar el paisaje - como una manifestación de este conjunto complejo de fenómenos". De esta manera, un paisaje 'Aij' queda definido por los usos y objetivos implícitos; un objetivo anejo a 'Aij' y practicado en él produce un desequilibrio ecológico, malogra su salud. Por lo tanto, hay que realizar sólo los objetivos propios ésta es la condición necesaria y suficiente para garantizar su salud. Cada objetivo en la composición de un paisaje tiene un valor de importancia (razón de peso) en la composición total, - si se altera esa composición se altera el paisaje, y de ese modo donde antes se tenía un jardín se puede obtener después un desierto.

El paisaje es resultado de la -  
composición de objetivos cumplidos.

#### LA MATRIZ NORMATIVA.

Dice Pérez (1974) que se da el nombre de proporción estadística al resultado de la comparación de la "intensidad" de un fenómeno colectivo con la de otro que puede o no serlo. Existe un conjunto de proporciones o índices que nos sirven para ver - ésta comparación y algunos de ellos son: el colectivo, el de - composición, el de variabilidad, el de diversidad etc. Nuestro interés se centra en el de composición, y lo definen como aquella relación que proviene de la comparación de dos fenómenos, - siempre que uno de ellos deba considerarse como integrante del otro, donde hay emparentada una razón de peso.

La razón de peso es lo que nos indica el grado de "fuerza" del elemento en la composición total. Así, las características físicas de un determinado paisaje serán expresadas en estas relaciones, de áreas parciales con áreas totales como el "índice de urbanidad" de Rapoport (1983). Tienen la gran ventaja de que resulten ser adimensionales, y eso facilita su tratamiento estadístico cuando se manejan distintos rubros.

La matriz B presentada arriba puede usarse para representar tanto a la norma (si los valores  $b_{ij}$  son normativos) o pueden representar un sistema problema (si los  $b_{ij}$  son datos recogidos en el campo). Una matriz de éste tipo puede asemejarse con la figura 2. En ella hay  $k$ -características e indicadores y  $m$ -objetivos.

Matriz B

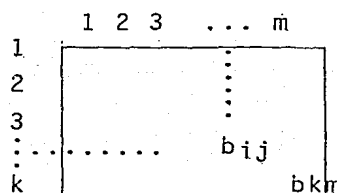


Figura 3

V.gr. si tuviesemos una costa, una playa, tendríamos como características que la definieran la línea de costa, rocas en el mar, charca de sal, vegetación, bahías etc. y le asignaríamos a cada uno un número de características hasta  $k$ . Los objetivos serían cuatro; la conservación, la recreación, la residencial y el estético. Un número  $b_{33}$  nos dice el valor de cobertura de charcas permitido en zona residencial,  $b_{34}$  nos dice que tanta cobertura de charcas de sal se permite para que no afeen el paisaje,  $b_{53}=0$  puesto que, si 5 nos dice "vegetación de manglar" por ejemplo, ésta si está destinada a conservación-



no puede destinarse a ocuparse residencialmente. Y así sucesivamente.

#### XIV. RESUMEN DE SUPOSICIONES FUNDAMENTALES Y VENTAJAS DEL MODELO

- 1- Un sistema ambiental complejo puede dividirse en tres -  
subsistemas: Urbano, rural y natural.

$A_i = (A_{ij} / 1 \leq i \leq 3)$ . Con un vector asociado  $w$  que son los -  
valores de importancia de cada  $A_i$  en la composición total de -  
At.  $\sum_{i=1}^3 w_i = 1$ .

- 2- Cada subsistema se divide en paisajes.

$A_i = (A_{ij} / 1 \leq j \leq r)$  donde  $r$  es el número de paisajes tota-  
les en tal  $A_i$ . Con un vector asociado  $w$  que contiene los valo-  
res de importancia de cada  $A_{ij}$  en la composición total de  $A_i$ .

- 3- Existen objetivos propios a cada nivel de dicha jerar- -  
quía.

- 4- Es posible representar un paisaje mediante una matriz.

- 5- Los indicadores en sus valores son adimensionales.

- 6- La EA de un paisaje, de un subsistema o del sistema to--  
tal se hace en función de la composición, de índices y -  
objetivos.

## XV. FORMALIZACION DEL MODELO

La siguiente matriz es una imagen conveniente para efectuar la práctica EA, ya que:

- .) Dá una imagen del universo que estudio.
- ..) Muestra las relaciones jerárquicas entre los objetivos.
- ... ) Muestra los niveles en la evaluación.
- .v) Muestra la relación de 'At', 'Ai' y 'Aij'.
- v) Nos dá la norma del paisaje 'Aij'.
- v.), Nos dá la composición del paisaje 'Aij'.

MATRIZ  
EVALUACION

Definamos la matriz de EA como:

$$A = \begin{matrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1r} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2r} \\ a_{31} & a_{32} & \dots & a_{3r} \end{matrix}$$

Donde  $a_{ij}$  es un número que evalúa un paisaje 'Aij', 'r' es el máximo de paisajes. De este modo si un medio (natural, rural, urbano) tiene varios paisajes, sus evaluaciones se representan por el vector  $(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{ik})$ . El cálculo de cada paisaje así como la evaluación de un subsistema total se -

especificará mas adelante.

## MATRIZ DEL PAISAJE

En cada paisaje tenemos un conjunto de características - por objetivo, que van de 1 a k dentro del mismo objetivo. Lo anterior lo pudimos observar en la figura 3, en donde si los valores de los elementos de la matriz B señalada en la figura son valores normales, dicha matriz es normativa.

$b_{ij}$  es un elemento indicador en B. Un vector columna - cualquiera en B, por ejemplo  $(b_{12}, b_{22}, \dots, b_{k2})$  posee los valores del objetivo segundo, hasta el indicador o característica - k-ésima.

Existe como dijimos, una matriz B que posee los valores normales. Sea  $B^\circ$  la matriz que no posee valores normales sino aquellos encontrados en el problema a evaluar.

## EVALUACION DEL PAISAJE 'Aij'.

Estimaremos el grado de cumplimiento de objetivos por - conjunto de características en un sistema 'Aij'. Calculando - para ello el estimador  $a_{ij}$ .

Primeramente tenemos a B que es la norma, que posee to-- dos los valores y proporciones ideales. En donde cada columna contiene los valores hasta las k características de los m objetivos. Mientras que B es el conjunto de los valores ideales, -  $B^\circ$  es el conjunto de valores hallados en el 'Aij' concreto en el cual se quiere evaluar.

Tenemos que comparar B y  $B^\circ$  para lograr esto. Ya que la diferencia entre ambos tiende a extenderse alrededor de valores

óptimos, es diferencia por sí es ya un indicador. Podemos llamarle a la diferencia entre las dos matrices la diferencia con respecto a la norma:

Matriz variación con respecto a la norma

$$D=B-B^{\circ}$$

En estadística de pequeñas muestras es de gran interés - averiguar si los valores observados se alejan de los teóricos - o de los establecidos de antemano debido a las fluctuaciones de la muestra en otras causas (Pérez 1974).

Resulta obvio que la diferencia  $D=B-B^{\circ}$  resulta ser un - estimador del cumplimiento de la norma tomado en forma global.- Cuando D se aproxime a tener elementos d.. cercanos a cero los valores de  $B^{\circ}$  se encuentran muy cercanos a la norma y el paisaje problema cumple con lo esperado de él. Pero D es una medida global que no nos dice más en lo particular, pues con una D heterogénea que posea algunos elementos d bajos y otros altos, só lo sabríamos en que lugar del universo se encuentra el problema pero no serviría para la toma de desiciones.

Según lo anterior ¿Conviene usar a D como estima? resulta claro que no, no nos dice nada acerca del cumplimiento de cada objetivo; no maneja la composición de éstos en la caracterización del paisaje.

Afortunadamente existe un parámetro estadístico conocido como "Chi cuadrada" que nos permite precisamente medir ésta diferencia, esto es, nos dá el grado de correspondencia entre las frecuencias afectivas del hecho y las teóricas. Existiendo ésta función que maneja diferencias, que constituye un claro índice y que además posee una distribución de probabilidad, podemos manejar comodamente la composición de un paisaje.

La función de la "Chi cuadrada" es:

$$\chi^2 = \sum (b_i^o - b_i)^2 / b_i$$

Donde  $b^o$  es el valor problema y  $b$  el normativo. Esta función en realidad es la sumatoria del tanto por uno de alejamiento con respecto a la norma. Siendo cada caso una diferencia relativa, teniendo su sumatoria podemos asegurar que tanto se cumple un objeto determinado.

Sin embargo pueden presentarse diferencias entre los valores de composición efectivos y teóricos, debido a fluctuaciones de las muestras simples y no a que exista una verdadera discrepancia entre la realidad y lo normativo por tanto es indispensable distinguir cuando los valores de  $\chi^2$  son significativos y cuando se deben únicamente a fluctuaciones de la muestra (Pérez, 1974).

Si en  $y = y_0 \exp(-x^2/2) x^{g1-1}$ ;  $y_0$  se toma de tal modo que el área bajo la curva sea 1 podemos calcular la confiabilidad de nuestra estima  $\chi^2$ , pues tal función de probabilidad se puede calcular fácilmente, y además ya está proporcionada en tablas. Mientras la probabilidad hallada sea más pequeña, nos acercamos cada vez más a la conclusión de que la discrepancia entre los hechos y la teoría es significativa y de algún efecto real y no es posible suponerlo a fluctuaciones de la muestra (Pérez, 1974).

De este modo obtenemos, por ejemplo, la  $\chi^2$  del objetivo  $m$ -ésimo como sigue:

$$\chi_m^2 = \sum (b_{im}^o - b_{im})^2 / b_{im}$$

Tenemos así una estima de la diferencia relativa con res

pecto a la norma en el objetivo m-ésimo. Simbolicemos a cada chi cuadrada  $x_m^2$  por solamente  $x_m$  y reunamos todos los 'X. calculados de este modo en un solo vector;  $x'=(x_1,x_2,\dots,x_m)$ , en donde los grados de libertad son  $gl=k-1$ : siendo  $k$  el número de características. "A medida que el valor de la probabilidad es pequeño, nos acercamos cada vez más a la conclusión de que la discrepancia entre los hechos y la teoría es significativa de algún afecto real y no es posible sugerirla debido a fluctuaciones de la muestra" (Pérez, 1974). El grado de discrepancia en inversamente proporcional a la probabilidad. Sea el vector  $p'=(p_1,p_2,p_3,\dots,p_m)$  el conjunto de probabilidades respectivos a cada cálculo efectuado.

Definamos al coeficiente de confiabilidad en 'Aij':

$$cc_{ij} = \sum_{n=1}^m p_n w_n$$

Donde  $m$  es el número total de objetivos y  $W$  es el vector asociado de las razones de peso. Debido a que en cada paisaje- $ij$ -ésimo hay un  $cc_{ij}$  característico, existe una matriz  $C$  que contiene a todos ellos, que son los coeficientes de confianza para cada  $A_{ij}$  calculado.

$$C = \begin{matrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1r} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2r} \\ c_{31} & c_{32} & \dots & c_{3r} \end{matrix}$$

El estimador del paisaje 'Aij' queda pues definido por:

$$a_{ij} = \sum_{n=1}^m x_n w_n \quad ; \quad \sum w_i = 1$$

Donde  $w$  es el vector de las razones de peso o valores de importancia en la composición total. Con esto se puede ya construir la matriz  $A$ .

Si se tienen varios paisajes en una región ' $A_i$ ' conviene reunir los estimadores de los paisajes que lo conforman en un solo vector. Siendo ' $r$ ' el número total de paisajes, el vector de los valores de evaluación para el subsistema ' $A_i$ ' es:

$$(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ir})$$

#### EVALUACION EN $A_i$

Se puede dar el caso de que se quiera evaluar un complejo de paisajes que compongan toda una región ' $A_i$ ' (urbana, rural, natural). Lo que se requiere es que los objetivos de tercer orden se hallan cumplido, para que los de segundo orden sean posibles.

La estimación del grado de cumplimiento de objetivos en el subsistema ' $A_i$ ' depende del cumplimiento en el tercer nivel. El estimador de éste le llamamos  $a_i$  y se calcula como sigue:

$$a_i = \sum_{j=1}^x a_{ij} w_j$$

En donde  $w$  es el vector composición asociado a éste nivel.

Si a todas las regiones ' $A_i$ ' se les evalúa (Rural, natural y urbana) se puede contener los valores en un solo vector:  $(a_1, a_2, a_3)$ .



## XVI. ESTIMACION EVALUATIVA DEL AMBIENTE TOTAL

La EA del medio total que incluye a todas las regiones, se efectúa de manera semejante que el apartado anterior.

Sea en este caso un vector asociado  $w$ , que contiene las razones de peso o valores de importancia en la composición de  $A_t$  por cada uno de los  $A_i$ .

Su cálculo es del modo siguiente:

$$a_t = \sum_{i=1}^3 a_i w_i$$

### COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD

En el proceso de subir de nivel arrastramos a cada uno de los  $c_{ij}$  definidos anteriormente. Usando los mismos vectores asociados  $w$  de  $A_i$  y  $A_{ij}$  son posibles de calcular rápidamente. (Véase Tabla II).

### DISPERSION

Cuando se tienen dos paisajes y sus evaluaciones  $a_{ij}$  son muy semejantes pero las matrices diferencia  $D$  son muy distintas, la desemejanza se debe a una distribución heterogénea de diferencias relativas.

Sea  $D_r$ =dispersión relativa y es dada por la siguiente función:

Sea  $D_r$  = dispersión relativa y es dada por la siguiente función.

$$\sigma = \left[ \frac{K_m \left( \sum_i \sum_j^{k,m} x_{ij} \right)^2 - \sum_i \sum_j^{k,m} x_{ij}^2}{K_m (k_m - 1)} \right]^{1/2}$$

$$\mu = \frac{1}{k_m} \sum_i^k \sum_j^m x_{ij}$$

$$D_r = \frac{\sigma}{\mu}$$

Si  $D_{r_2}$   $D_{r_1}$  entonces los dos estimadores semejantes  $a_{ij}$  de los ambientes '1' y '2' se diferencian en que  $D_2$  es menos homogéneo que  $D_1$ , lo que quiere decir que hay pocas pero grandes variaciones.

#### RESUMEN DE FORMULAS

SISTEMA	ESTIMADOR DE EA	COEFICIENTE DE CONFIANZA
ij-ésimo	$a_{ij} = \sum_{n=1}^m x_n w_n$	$cc_{ij} = \sum_{n=1}^m p_n w_n$
ij-ésimo	$a_i = \sum_{j=1}^v a_{ij} w_j$	$cc_i = \sum_{j=1}^m cc_{ij} w_j$
total $A_t$	$a_t = \sum_{i=1}^3 a_i w_i$	$cc_t = \sum_{i=1}^3 cc_i w_i$

TABLA II

MATRIZ DIFERENCIA

$$D = B - B^0$$

DISPERSION RELATIVA

$$D_r = \frac{\sigma}{\mu}$$

## APENDICE I

La enfermedad no es un ente sino un estado. No hay tuberculosis en sí, sino organismos afectados de bacilos de Koch. Un paciente afectado con ésta afección está en un estado diferente del estado en que estaba antes de enfermar de tuberculosis. Este nuevo estado está caracterizado por ciertos valores de ciertas propiedades, tales como el peso, la temperatura, la concentración de bacilos de Koch, etc. El fisiólogo sabe que estos valores son anormales, es decir, que caen fuera de ciertos intervalos considerados como normales. Este ejemplo nos indica la vía hacia un esquema general que nos permitirá plantear el problema de la distinción entre el concepto general de enfermedad y el concepto general de salud.

Sea un sistema concreto cualquiera a (ecosistema, o una comunidad). Como todo sistema concreto o cosa compleja, a poseer un cierto número de propiedades, por cierto un número elevado, tanto mayor cuanto mayor lo sea el nivel organizativo de a. Llamemos  $P_i$  a la  $i$ -ésima propiedad, y supongamos que para cada número  $i$  comprendido entre 1 y  $n$  hay una función  $F_i$  que representa adecuadamente esa propiedad. (Por ejemplo, en el caso de un ser humano,  $F_i$  podría ser la función cuyos valores son valores de la concentración de azúcar en la sangre). El valor de la  $i$ -ésima propiedad  $P_i$  para el individuo  $a$  en el instante  $t$  será  $F_i(a,t)=f_i$  que  $f_i$  es un número real (concentración de azúcar).

Agrupemos ahora las  $n$  funciones (representativas de las  $n$  propiedades) en una tupla- $n$  ordenada  $F=(F_1, F_2, \dots, F_n)$ . El valor  $F$  para el individuo  $a$  en el instante  $t$ , se llamará al estado de  $a$  en  $t$ , ie,  $F(a,t)$ . A medida que transcurre el tiempo este estado cambiará. Los cambios de estado se pueden representar de la siguiente manera en el espacio formado por las  $n$  componentes de  $F$ . Cada una de estas componentes se puede concebir

como un eje de un espacio cartesiano n-dimensional. Los componentes de  $F$  en un  $t$  determinado son las coordenadas del punto - que representa el estado del sistema considerado en ese instante. Es decir,  $s=F(a,t)$ ,  $s$  es el punto representativo del estado de  $a$  en  $t$ . Este punto de nueve en el espacio de los estados. La curva que describe es la historia del sistema. En el caso - de un organismo, su historia va, desde luego, desde su origen - hasta su disolución.

El espacio de los estados está circunscripto por las leyes que limitan o vinculan entre sí a las componentes  $F_i$  de la función  $F$  de estado. En otras palabras, el espacio de los estados legalmente posibles de un sistema es un subconjunto de los concebibles; verbigracia en el caso del ser humano, la frecuencia cardiaca no va de cero a infinito sino que está acotado por valores concretos.

Ahora bien, en el caso de un biosistema hay estados sanos o normales, y estados enfermos. Para cada  $P_i$  los valores sanos de  $F_i$  no son infinitos sino acotados. Y eso va para toda  $P_i$ , por lo que las componentes de  $F$  al estar todos acotados darán una región "sana" en el espacio n-dimensional.

M. Bunge

"La enfermedad como estado o proceso" en ensayos de Yatrofilosofía. Academia Nacional de Medicina y Asociación Mexicana de Epistemología.  
D.F. 1978.

## APENDICE II

Hablando estrictamente, una jerarquía o estructura jerárquica es un conjunto dotado de una relación de dominación o de su converso, la de subordinación.

Definición:  $J$  es una jerarquía, sí y solo sí, es una terna ordenada  $J=(C, i, D)$  Donde  $C$  es un conjunto no vacío,  $i$  un elemento especial de  $C$ , y  $D$  una relación binaria en  $C$ , tales que:

c)  $C$  tenga un elemento iniciador, a saber,  $i$  (es decir -  $J$  tendrá un comandante -al que se hace referencia y solo uno) - El comandante supremo tratándose de objetivos es el contacto - por existir en los sistemas vivos.

...)  $i$  Se encuentra con cierta potencia de  $D$  con respecto a todo otro miembro de  $C$  (esto es, por lejano que este un elemento de  $C$  en la jerarquía se hallará siempre bajo el mando del elemento iniciador  $i$ ). Verbigracia las funciones respiratorias, alimentarias reproductivas, higiénicas, etc. tienen sentido por el conato de existencia.

...) Para un elemento dado  $y$ , de  $C$ , salvo  $i$ , haya exactamente otro elemento  $x$ , de  $C$ , tal que  $Dxy$  (cada miembro tendrá - un jefe).

.V)  $D$  sea antisimétrico y transitivo (los niveles posteriores no dominan al esencial).

V)  $D$  refleja dominación.

El término nivel tiene como concepto clave para comprenderlo el de emergencia, esto es, el de la aparición de una novedad cualitativa en el proceso conforme se sube en la arborecencia de la estructura.

Definición: N es una estructura de niveles, sí y solo sí, es un par ordenado  $N=(C,E)$  siendo C una familia de conjuntos de sistemas individuales y E una relación binaria en C, tal que:

.) Todo miembro de C comparte un conjunto de propiedades equivalentes y objetivos comunes.

..) E sea una relación reflexiva y transitiva en C.....

,..) E represente cierta emergencia.

Aunque todos los estudios manejan de una u otra forma niveles, no todos quieren decir con jerarquía un conjunto parcialmente ordenado por una relación antisimétrica de dominación o mando, sino algo menos artificial. Lo que a nosotros nos preocupa es que los biólogos lo han venido llamando desde hace años "niveles integradores o de organización". Son como fuera se acepta, en cierta medida de forma tácita, ciertas proposiciones con respecto a nuestro mundo:

.) La realidad (el mundo) es una estructura de niveles - tal que todo existente pertenece, al menos, a uno de sus niveles.

.) En el curso de todo proceso de emergencia (autoensamblaje o evolución) se adquieren algunas propiedades, y, por lo tanto, algunas leyes, mientras que otras se pierden.

.) Los niveles nuevos dependen de los antiguos tanto en lo que se refiere a su emergencia cuanto por lo que atañe a la continuación de su existencia.

De

M Bunge; La metafísica, episte-

mología y metodología de los ni  
veles. En Whyte, L.L., (1969) -  
Las estructuras jerárquicas,  
Alianza Editorial. Madrid.347 p.

## BIBLIOGRAFIA

- Badiou, A., (1976) El concepto de modelo. Siglo XXI. México, - 145 p.
- Baez, A., (1963) Factores que afectan la contaminación atmosférica. Ancles Inc. de Geofísica. Vol IX. 100-120 pp.
- Bahena, J.T., (1983) Investigación documental. McGraw-Hill. Méx. 124 pp.
- Baker, R., (1936) On the nature of the environment. Journal of social issues. Vol 19. No 4: 17-38 p.
- Bernáldez, F.G., (1981) Ecología y Paisaje. H Blume. Madrid. - 256 p.
- Bertalanffy, L.V., (1979) Perspectiva en la teoría general de sistemas. Alianza Editorial. Madrid, 166 p.
- Bertalanffy, L.V., et al. (1981) Tendencias en la teoría general de sistemas. Alianza Editorial. Madrid. 324 p.
- Bookchim, M., (1974) Ecología y pensamiento crítico. CNEB A.C., Vol 4, No 2. 39-43 pp.
- Bouman, N.A. (1979) Perception of environmental quality. Urban Ecology. 4:79-101 pp.
- Boyden, S., (1978) Comment to the problem of indicators of human well-being. Urban Ecology. 1:413-422 pp.



- Bunge, M., (1981) La enfermedad como estado o proceso. Comunicación e Informática. Vol 2. No 8,41-43 p.
- Bunge, M., (1983) La investigación científica, Ariel, Barcelona 955 pp.
- Churchman, C.W., (1973) El enfoque de sistemas. Ed Diana. Méx. 300 pp.
- Cooley, W., (1971) Multivariata data Analisis. John Wiley & Sons. New York, 430 pp.
- Craik, K.H., Zube, E.H., (1976) Perceiving environmental quality. Plenum Press. New York. 300 pp.
- Curtis, F.A., (1983) An environmental assessment procedure. Urban Ecology. 7:185-199p.
- De la Florida, F.A., (et al (1978) Ensayos de Iatrofilosofía. Academia Nacional de Medicina & Asociación Mexicana de Epistemología. México. 130 pp.
- Departamento del Distrito Federal. (1975) Memorias del drenaje profundo en el D.F. Talleres de la Nación. México, 250 pp.
- Emmel, T., (1984) Ecología y biología de las poblaciones. Interamericana. México, 200 pp.
- Forston, J.B., (1984) Los espacios del hombre. Ed. Cocoyoc. México.
- Galeano, M., (1980) La epistemología como lenguaje básico de los grupos interdisciplinarios. Comunicación e Informática. Nov. 11-15p.

Galiano, F.E., (1985) Una metodología para la valoración del paisaje en estudios de ordenación territorial. Ciudad y territorio Julio-sept. 53-59 p.

Geiger, R., (1950) The climate near the ground. Harvard University Press.

Gerez, G.V., Grijalva, L.M., (1980) El enfoque de sistemas. Limusa. México. 575 pp.

Grey, G.W., (1978) Urban Forestru. John Willey & Sons. New York 250 pp.

Harre, B., (1970) El método de la ciencia. CONACYTY. México. 148 pp.

Hörschele, K., (1970) A model describing the influence of climate on heat economy and thermal confort of man. Arch, Met. Geoph. Siokl., Ser., B, 18, 83-99p.

Klein, A.W., (1972) El análisis factorial. Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas. México 328 pp.

Klinger, A., Reynall, I., (1981) Reconocimiento de formas, simulación y toma de desiciones. Comunicación e informática. Vol 2. No 9. 25-30 pp.

Luna, B.L., (1972) Human Identity in the urban environment. Penguin Books, Mid-Llessex, England. 88-105 pp.

Laurie, N., (1983) Introducción a la arquitectura del paisaje. Gustavo Gil. Barcelona, España. 320 pp.

Leff, E., (1977) Ciencia, técnica y sociedad. Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior. México 176 pp.

Leff, E., (1981) Biosociología y Articulación de las Ciencias. Instituto de Investigaciones Sociales. UNAM. México. 238 pp.

Linch, K., (1981) Planificación del sitio. Gustavo Gil. Barcelona, España. 380 pp.

Magrab, E.B., (Environmental Noise Control. Willeya Sons. New York. 1975.

Hanning, O.D., (1975) The nature of landscape. Landscape Design. august. 15-28 pp.

Margaleff, ( ) Ecología, Omega. Madrid, España. p.

Mayer, B.E., (1970) Mecanismos del pensamiento del concepto. México. 280 pp.

Melnik, R.Z., (1983) Protecting Rural Cultural Descapes. Landscape Journal. Vol 2. No. 2. 85-95 pp.

Morris, M.D., (1978) A Physical Cuality of Life Index. Urban Ecology, 3:225-240 pp.

Mudrak, L.Y., (1983) Urban resident's Landescaps preferences: a method for their anssessment. Urban Ecology. 7:91-123 pp.

Mulder, G., (1978) Perception as information proceding. Urban - Ecology., 5:103-118 pp.

- Odum, E., (1971) Ecología. Ed Interamericana. México. 575 p.
- Ostle, S., (1973) Estadística aplicada. Limusa-Wiley. México. 530 pp.
- Pérez, A.G., (1972) Elementos del método estadístico. UNAM. México. 530 pp.
- Perkins, H.C., (1974) Air Pollution, McGraw Hill Co. New York. 407 p.
- Piaget, J., (1969) Biología y conocimiento. Siglo XXI. México. 340 p.
- Pompa, G., (1976) Antología Ecológica. UNAM. México 300 p.
- Pompa, G.A., (1971) El hombre y su medio ambiente. Publicación especial No. 1 CONACYT. México. 128-135 pp.
- Rapoport, A., (1978) Culture and the subjective effects of stress. Urban Ecology, 3:241-259.
- Rapoport, E.H., Betancourt, M.D., Moreno, I.R., (1983) Aspectos de la ecología urbana en el D.F. Limusa. 197 pp.
- Ruiz, J.P., (1983) Landscape perception by its traditional users. Landscape plann., 0:279-297 pp.
- Ruiz, M. y Ruiz, J.P., (1982) Estudio monográfico del paisaje, - en: Dí z-Pineda, F., et al. Estudio ecológico del valle y estuario de la Ría de Guernica-Mundaca. Gobierno Vasco-Soc. C.Nats. Aranzadi.

Shaffer, E., (1977) How to measure preferences for photographs - of natural Landscape. Landscape plann., 4:237-256 p.

Spinoza, B., (1977) Etica. Dirección General de Publicaciones. UNAM. México. 370 p.

Stearns, F., (1974) The Urban Ecosystem. Dowden, Mutchinsen & Rons inc. Austin, Texas. 250 pp.

Stepehn, C., (1967) The city of the hind. En: Eweld, W., Environment for man. Bloomington. Indiana. 450 pp.

Tokand, T., (1983) Health effect of a bus ride in an urban environment. Urban Ecology, 7:229-235 pp.

Tamames, R., (180) Ecología y desarrollo. Alianza Universidad. Madrid. 207 pp.

The National Bureau of Standards. (1971) Fundamentals of noise: measurement, rating, schemes and standards, December 31.

Toledo, A., (1983) Como destruir el paraíso. Ed. Oceano. México. 250 pp.

Toledo, V.N., (1985) Las Eco-comunidades, Ciencia y Desarrollo. May-Jun., No 62, Año XI. 25-32 p.

Warfield., J.N., (1973) On orranging elements of a hierarchy - in graphic form. Transaction on sistem man & Cibernetics. Vol.-5. No 2. 121-132 p.

Watt, K.E., (1968) Ecology and renourse management. Mc-Graw-Hill? Co. New York. 450 pp.

Whyte, L.L., et al. (1969) Las estructuras jerárquicas. Alianza Editorial. Madrid. 347 pp.

Wilden, A., (1979) Sistemas y estructura. Alianza Editorial. Madrid. 364 p.

Zube, E.H., ( )

Zube, E.H., (1973) Rating levery day rural landscapes of the -  
northeasten U.S. Landscaps Architecture. 63:370-375 pp.

Zube, E.H., Crush, R.O., Gabos J.C., (1975) Landscape Assessment  
values, perceptions and resources. Dowown Hitchinson & Sons,  
Stroudsburg Pa. 367 pp.

Zube, E.H., Pitt, D.G., & Evans, G.W., (1983) A lifespan deve--  
lopmental, study of landscape assement. Journal of Environmental  
Psuchology. 3:115-128 p.

Zube, E.H., (1984) Themes in Landscape Assessment Theory.  
Landscape Journal. Vol 2. No 2. 104-110 p.

Zube, E.H., (1981) Perceptions of the sky; in metroplitan creas  
Urban Ecology. 8:199-208 p.

Ravinovich, J.E., (1969) El análisis de sistemas en ecología.  
Universidad de Carabobo Valencia. Van. 233 p.

Moadocos, D.H., et al. (1975) Los límites del crecimiento. Fondo  
de Cultura Económica. México. 280 pp.

Fish, B.E., et. al. (1978/1979) An evaluation of Landscape units  
for wa ershed similarity analyses. Landscaps pann., 5:311-326pp.