

Título: MODELOS EN LA GESTION AMBIENTAL

Nombre (s): Fernández de la Nuez, Isabel
Pacheco Castelao, José Miguel

Institución: Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Las Palmas. Las Palmas de GC.
España.

Resumen:
En el presente trabajo se llevan a cabo consideraciones acerca de los problemas principales que plantea la gestión integrada del medio ambiente. El énfasis se hace sobre todo en la complejidad del problema, terminando con una pequeña propuesta integrada para la interfase litoral.

Abstract:
Several considerations about the main features of enviromental management are explained. Complexity is emphasized as a distinctive characteristic of the problem under study. A proposal for the sea land interfase is made.

Forma de Presentación Oral Cartel

1.- INTRODUCCION

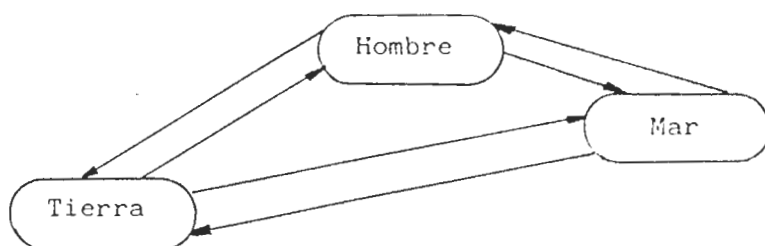
La gestión del medio ambiente es una actividad que, gradualmente, va adquiriendo mayor complejidad. A partir de las meras declaraciones de buenas intenciones, no seguidas de ninguna actuación legal o administrativa, se ha pasado a una intensa participación social, al menos en lo referente a informaciones acerca del problema. Sin embargo, la creciente popularidad de estos asuntos ha conseguido que los gobiernos y entidades supranacionales tomen cartas en el asunto, de modo que las agencias de protección y estudio del ambiente proliferan por doquier. Esto tiene su lado bueno y su cara mala. En los aspectos positivos se destaca que la promulgación de las normas y la vigilancia del cumplimiento son, al menos sobre el papel, rápidas y efectivas. Lo negativo de esta situación radica en la inevitable burocratización de una actividad que debía llevarse a cabo en estrecho contacto con la realidad, pero que así corre el grave peligro de reducirse a mantener unas simples oficinas carentes de otro significado real -- que el de autoabastecerse de trabajo. Esto último se debe a dos causas principales: La primera, que el diseño y establecimiento de una red observacional no es asunto simple. En efecto, la serie de datos de todo tipo (meteorológicos, físicos, químicos, sociológicos, etc.) requiere un conjunto de observadores destacados en la zonas más diversas con dotaciones que a veces son difíciles y complicadas de utilizar. Además, las redes de transmisión de datos y análisis de los mismos plantean problemas similares. Por tanto, no es de extrañar que sea fácil caer en la tentación del marasmo burocrático. La segunda, que la valoración de los informes técnicos por los gestores ambientales esta sometida a sesgos cuya fluctuación es imprevisible, debido basicamente a los criterios socioeconómico-políticos imperantes en las áreas de gobierno de las zonas de estudio, que suelen variar con facilidad para desviar fondos y trabajo hacia cuestiones a más corto plazo que las relacionadas con la gestión del medio ambiente. Por tanto, la complejidad del problema crece, y no se ve otra alternativa que la globalización, radicalizada, del problema y su análisis. No se escapa que la propuesta anterior es difícil de entender, y no digamos de poner en marcha: la extremada diversidad de criterios sociales, económicos, políticos, religiosos, etc. que se esgrimen a favor o en contra de estas actividades hace que el acuerdo global se halle aún muy lejano.

Mientras tanto; la sobreexplotación de recursos, tanto renovables como no, sigue

su curso, el abandono de actividades salubres en favor de otras menos sanas - crece, las desigualdades se hacen cada vez más notorias y las actuaciones que pretenden moderar estos excesos, o bien caen en el puro folklore o son reprimidas sin contemplaciones por autoridades de cualquier signo.

En el ambiente marino las consideraciones anteriores adquieren necesariamente un carácter global. El mar por su naturaleza dinámica es un vehículo ideal para el transporte de casi cualquier sustancia o propiedad de interés para la actividad general del globo terrestre, lo cual significa que la influencia de unas partes del mundo sobre otras a través del oceano es, si no grande, al menos considerable: La relativa complicación del Derecho Marítimo Internacional es un reflejo de esta situación.

Para las zonas litorales, que son las del máximo interés para el hombre, es válida también la forma de pensar anterior. Con un cambio adecuado de escala un área litoral es representable por, un conjunto de interacciones tierra-mar-actividad humana en el que las magnitudes que intervienen pueden calcularse con cierto grado de seguridad. Esta facilidad hace que sea razonable pensar en representaciones simbólicas por simplificadas que puedan parecer, - para los problemas que se plantean en estas áreas. El fenómeno contrario, la extrapolación a escala global de estas representaciones (o modelos) no es ni con mucho sencilla.



Conceptualmente es fácil pensar que las pautas generales se conservan independientemente de la escala. Esto quiere decir que los instrumentos de medida y observación son adecuados a cada escala, y que, usados en la suya propia, presentan pautas que se repiten. Ello permite usar unas mismas representaciones para fenómenos de escalas dispares. En Matemáticas, esta idea se conoce -

como "carácter fractal", y permite dar formulación matemática a problemas provenientes de campos alejados entre sí. Sin embargo, esta representación es estática. Al cambiar de escala, nuevos fenómenos aparecen como causas independientes, o ligados entre sí, y al variar las escalas las interacciones despreciadas en la confección del modelo pueden no ser tan despreciables, con lo que los términos que las representan pasan a tener un papel relevante y la formulación del problema general deviene en exceso compleja. La aproximación global conocida como la "teoría de GAIA" es un ejemplo de construcción intelectualmente muy atractiva, pero poco práctica en asuntos cotidianos; más bien es un esquema de pensamiento que deberá ser desmenuzada antes de resultar operativo.

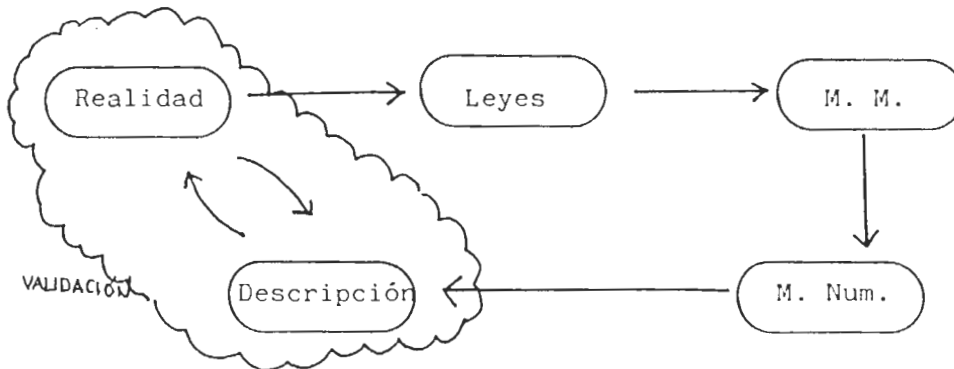
2.- MODELIZACION

Estas últimas observaciones nos conducen de nuevo a la idea de modelo ya apuntada más arriba. La tendencia actual es representar cualquier fenómeno en términos simbólicos tras los correspondientes procesos de abstracción y reducción de las observaciones físicas, químicas, etc., a leyes de probada seguridad. Estas leyes corresponden a grandes cuerpos de doctrina de las ciencias implicadas, y pueden formularse de muy diversas formas. Así, pueden ser descritas de modo totalmente retórico, o mediante diagramas o fenómenos como las que representan las reacciones químicas, etc. Sin embargo el lenguaje que se selecciona en cada caso ha de ser lo suficientemente evolucionado como para permitir una simulación de la realidad utilizando exclusivamente las representaciones simbólicas y alguna sintaxis especial. Todas estas características las poseen, al menos en principio las matemáticas. Las leyes se traducen en ecuaciones, y los datos anejos, a condiciones que se imponen sobre las magnitudes ligadas por las ecuaciones. El conjunto de ecuaciones resultantes, junto con las condiciones que haga flata imponer, se conoce generalmente como "un modelo matemático" del fenómeno considerado.

Las dos principales utilidades de un modelo son: primera, un diagnóstico de la situación a la que se aplica; y segunda, elaboración de un pronóstico acerca de la evolución futura de dicha situación. Existen modelos con más o menos carga de una u otra aplicación, aunque los más populares, por razones evidentes, son aquellos de carácter pronóstico o predictivo. Ello depende fundamentalmente del tipo de matemáticas usadas en la formulación. Un modelo diagnóstico posee -

por lo general, una carga fuerte de estadística, usada sobre todo en la identificación de variables y parámetros fundamentales. Por el contrario, los modelos dedicados a la prognosis o predicción se basan en las ecuaciones diferenciales o en sus análogas discretas, las ecuaciones en diferencias finitas. Ahora es fácil ver que un modelo completo para un fenómeno, por sencillo que sea debe combinar ambos aspectos, y hay que notar que las dificultades de uno y otro son comparables: Tan complejo puede ser encontrar la ley adecuada como identificar adecuadamente los valores numéricos de los parámetros.

Por regla general, un modelo suele manejarse traducido a una versión numérica, cuestión en la que no entramos aquí. La comparación de los resultados del modelo, aplicado a una serie de situaciones o ejemplos conocidos, consistente por lo general en un análisis estadístico comparativo, se llama "validación del modelo", y es una etapa final que conduce a su aceptación o rechazo.



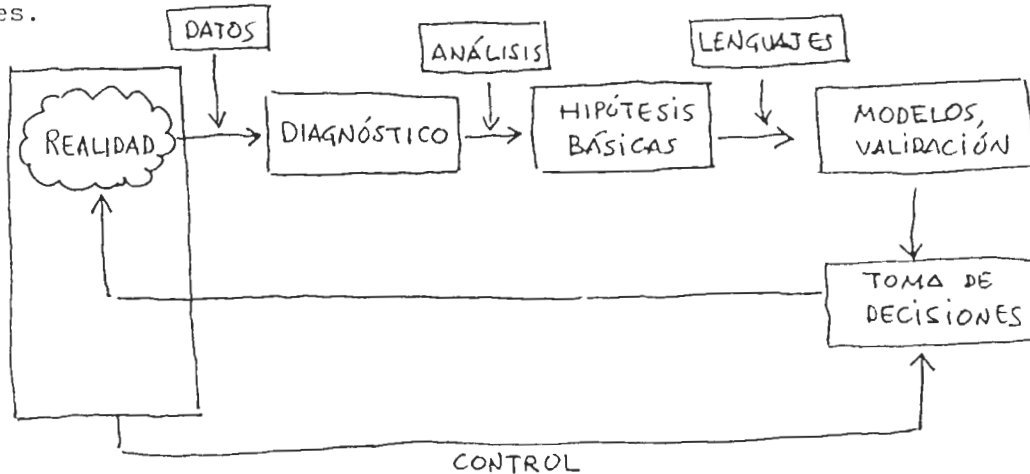
En la investigación actual no se concibe un desarrollo conceptual que no pueda expresarse matemáticamente, al menos en una parte sustancial. Esto es válido no sólo para los asuntos científicos y técnicos, sino también para aquellos provenientes de las áreas económicas, sociales, etc.

3.- LA GESTION INTEGRADA DEL MEDIO AMBIENTE

Cuando se habla de gestión del medio ambiente, si nos atenemos a la explicaciones anteriores, hay que tener en cuenta una serie de etapas que conducen a una gestión correcta. Estos escalones o pasos son los siguientes:

Primero: análisis diagnóstico de la situación o problema que se considere. Esta

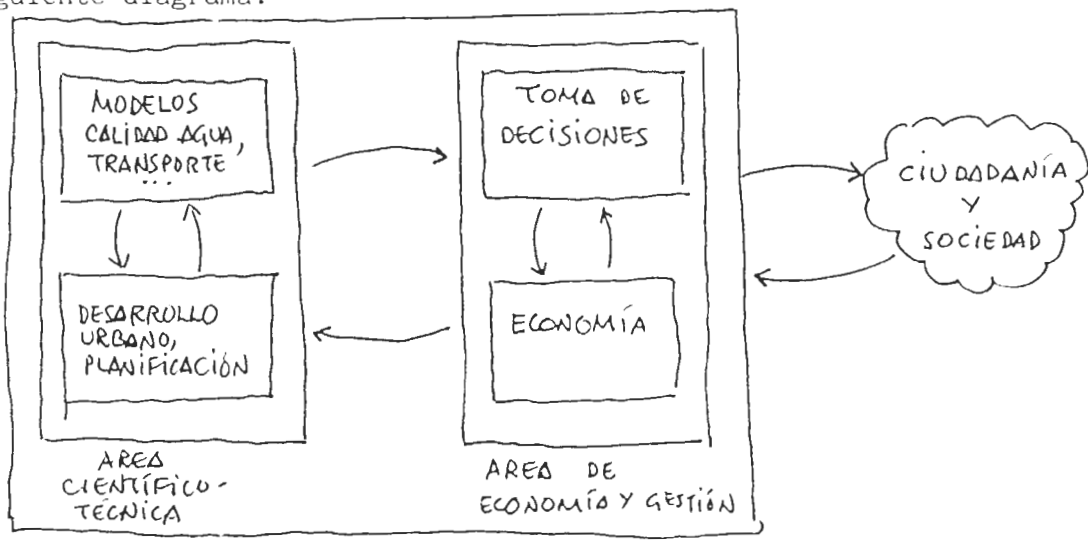
es de carácter sobre todo cualitativo y, a partir de una recopilación de datos tratados estadísticamente o por otros medios, permite llevar a cabo una descripción en la que se han puesto de relieve los aspectos determinantes de la situación. Segundo, formulación de las hipótesis básicas de los diferentes problemas: científicos, económicos, sociales, etc. En esta fase tiene lugar un proceso de abstracción que puede presentar un sesgo debido a las condiciones, sobre todo ideológicas dominantes en el área de estudio. Tercero, confección y validación de modelos parciales y, tras ello, construcción del modelo general para la situación. Aquí nos encontramos de nuevo con las restricciones de la segunda fase. -- Cuarta, someter a quien toma las decisiones el resultado de la modelización para que establezca las líneas de actuación, los mecanismos de control y realimentación de información que conforman una buena gestión. En este último paso la subjetividad y la influencia de presiones sociopolíticas y, sobre todo, económicas, pueden hacer variar muy notablemente la decisión final. Por tanto la quinta y última etapa es el control de la toma de decisiones. Este control tiene la forma de una realimentación, por lo cual es de esperar que ejerza un papel de introducción de un comportamiento oscilatorio, que si se hace adecuadamente tendrá un carácter transitorio. Aquí, por tanto, volvemos a postular la idea expresada al principio de la introducción acerca de la necesidad de establecer un programa global que permita equilibrar, a través de los mecanismos políticos pertinentes.



4.- GESTION INTEGRADA DE LA INTERFASE LITORAL: UNA PROPUESTA

Debido al interés que presentan las zonas litorales, desde cualquier punto de vista, su gestión es particularmente interesante dado que las escalas que intervienen se hallan relativamente próximas a las humanas. En efecto, las zonas litorales poseen una densidad de población superior a la de las áreas interiores, lo que se traduce en una mayor complejidad de las interrelaciones; por tanto los problemas de contaminación, tanto física, química, biológica, estética, etc. y de valoración económica de recursos especialmente los no renovables como el suelo y sus usos, son diferentes desde el punto de vista de la gestión, que requiere una integración total.

Aquí los dos ámbitos fundamentales de actuación se refieren a los aspectos científico-técnicos y económicos. La conexión entre ambas a través de la legislación constituye la solución del problema por lo menos formalmente. Las cuestiones científico-técnicas se expresan en dos cosas principales: Un modelo de calidad de aguas y un modelo de gestión del uso del terreno y su distribución. La primera de las dos resuelve una serie de cuestiones tales como: Cálculo de concentración de contaminantes en zonas próximas a la costa, probabilidad de hallar cargas contaminantes de ciertos tipos en áreas concretas, etc. También deben incluirse en esta categoría los modelos de transporte de sedimentos para las zonas de playa y la conservación de las mismas. Por otro lado, el modelo de desarrollo de la zona litoral debe tender a un uso que permita alcanzar el óptimo (generalmente en sentido de Pareto) en los aspectos económicos. Tenemos el siguiente diagrama.



La crítica principal a esta modelización de la gestión se debe a que los mecanismos de control social son extremadamente primitivos, y coexisten escalas de una enorme diversidad: Por ejemplo, la determinación de una DBO puede hacerse en unas pocas horas, pero la modificación de un trámite burocrático puede llevar años. También los plazos de explosión de fitoplancton (horas) no son comparables con los de los ciclos macroeconómicos. En el plano espacial, una zona litoral -- puede reducirse a unos pocos Km.², pero las mallas espaciales necesarias para resolver el modelo matemáticos son varios órdenes de magnitud superiores, para el caso de la calidad de aguas.

Se plantea, por tanto, el problema de presentar alguna alternativa a la visión recién expuesta, Aunque el esquema se considera válido en líneas generales, será difícil mejorarlo por cualquier vía que no tienda a disminuir la complejidad inherente al mismo.

La propuesta que se hace aquí es la siguiente:

La gestión integrada de la interfase litoral debe ser encomendada a organismos autónomos inspirados por una política de colaboración global que agilice al máximo los trabajos y de modo que se provean los recursos de todo tipo en plazos razonables y ajustados a las escalas intervinientes. La autonomía de estos organismos deberá reflejarse en que serán oídos de forma inmediata y tendrán accesos a los mecanismos de urgencia para la promulgación de normativas y al establecimiento de los controles adecuados.

Antes de todo ello, unas sólidas campañas de culturización y sensibilización de la opinión pública respecto al problema son inevitables. Sólo así se conseguirá una gestión efectiva de las zonas litorales y un uso óptimo de sus recursos - de todo tipo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY (1.985), "Enviromental and natural resource Mathematics" AMS, Providence Rh.I.
- 2.- ARMSTRONG, J. et al. (1.981) "Ocean Management", Ann Arbor Science, Ann Arbor, Michigan.
- 3.- BAUMOL, W. y OATES, W. (1.988), "The theory of enviromental policy, Cambridge University Press.
- 4.- BERRY, J. et al. (eds.) (1.984), "Teaching and applying mathematical modelling", Ellis Horwood, Chichester.
- 5.- BRAAT, L. VAN LIEROP, W. (1.986), Economic- Ecological Modelling: An introduction to methods and applications, Ecological Modelling, 31, (33-44).
- 6.- CHANLETT, E. (1.976) "La protección del medio ambiente", Inst. Est. Adm. Local, Madrid.
- 7.- DIPUTACION DE VALENCIA (1.986), "Curso de tecnología y educación medio-ambiental", Valencia.
- 8.- FERNANDEZ DE LA NUEZ, I. (1.988) "Tesis Doctoral", Dpto. de Matemática Aplicada, U. Pol. de Canarias. Las Palmas.
- 9.- FORMAN, R. y GODRON, M. (1986), "Landscape Ecology", Wiley, New York.
- 10.- ICONA-MOPU (1982), "Coloquio hispano+francés sobre espacios litorales", Serv. Publ. Agrarias, Madrid.
- 11.- LORA, F. y MIRO, H. (1978), "Técnicas de defensa del medio ambiente", Labor, Barcelona.
- 12.- OKUBO, A. (1980) "Diffusion and ecological problems: Mathematical models", Springer Verlag, Berlin.
- 13.- PACHECO, J. y FERNANDEZ, I (1988), Modelling and computing settling times for suspended particles in the ocean, en ZIENKIEWICZ y SCHREFLER (eds.) Computer Modelling in Ocean Engineering, A.A. Balkema, Rotterdam (369-376)
- 14.- PACHECO, J. y FERNANDEZ, I. (1.988), El reciclado de aguas como conjunto de problemas de control, Tecnologia del agua, 44 (19-24).
- 15.- PACHECO, J., I. FERNANDEZ y RODRIGUEZ, C. (1.986), " Informe sobre el abastecimiento de agua a la Ciudad de Las Palmas", presentado al Concurso Internacional de Ideas "Agua 2000", Las Palmas de Gran Canaria.
- 16.- PADILLA, I. (1.988) "Archivo de artículos sobre medio ambiente en Canarias, Colección del Departamento de Matemáticas en la Facultad de Ciencias del Mar.
- 17.- RINALDI, S. (ed.) (1982), "Enviromental System Analysis and Management", North-Holland, Amsterdam.
- 18.-SERRA, R. et al. (1986), " Physics of complex system", Pergamon Oxford.
- 19.- WESTMAN, W. (1985), "Ecology, Impact Assesment, and Enviromental Planning", Wiley, New York.