

Nota técnica

Modelación ambiental para los países en vías de desarrollo: problemas y perspectivas*

Asit K. Biswas

International Water Resources Association

En la mayoría de los países asiáticos, africanos y latinoamericanos, la problemática ecológica tiende a aumentar en magnitud y complejidad. Para enfrentarla, en la actualidad se cuenta con una herramienta variada entre la que se encuentran diversos modelos. En esta nota se analizan algunos aspectos críticos de la modelación ambiental, sobre todo en cuanto a los aspectos de planeación y administración. Se abordan problemas relacionados con el proceso de toma de decisiones, el énfasis en aspectos teóricos, la accesibilidad de los datos, los enfoques mecanicistas de la modelación y la naturaleza dinámica de estos modelos, hasta concluir en recomendaciones para lograr modelos realistas prácticos que contribuyan de manera efectiva a la solución de los problemas ambientales.

En cierto sentido, la preocupación por el ambiente en los países en vías de desarrollo no puede verse como algo nuevo. Por ejemplo, en la India, los Vedas y Rig vedas antiguos mencionan la importancia de la naturaleza y la necesidad de vivir en armonía con ella. Así mismo, las constituciones de dos de los países más poblados del mundo—China e India—estipulan explícitamente que debe haber disponibilidad de un ambiente limpio para todos los ciudadanos.

Aunque de hecho en casi todos los países en vías de desarrollo se han considerado los aspectos ambientales, también es cierto que en el pasado dichos aspectos no se tomaban en cuenta de manera sistemática ni formal dentro de algún marco de referencia legal o institucional. El movimiento ecologista surgió a principios de los setenta en Estados Unidos y Canadá, pero en los países arriba mencionados no se desarrolló un interés concomitante, sino hasta una década después. En la India, el Departamento del Ambiente, no fue creado a nivel central sino hasta 1980. Los mecanismos para considerar los aspectos ambientales, las políticas de desarrollo y los proyectos estatales, vinieron mucho después.

No hay duda que en muchos países asiáticos se considera importante el ambiente. En algunos como China, Tailandia, Filipinas, Malasia, Indonesia e India, los principales proyectos de desarrollo requieren, actualmente, de una evaluación del impacto ambiental y la limpieza subsecuente del medio. Si continúan las tendencias actuales, dentro de otros 5 ó 10 años la mayoría de los países en vías de desarrollo establecerá, en forma obligatoria, la evaluación del impacto ambiental.

Así como en las últimas décadas la población de los países en vías de desarrollo ha crecido significativamente, también se han incrementado las actividades humanas. Es improbable que en los próximos 50 años o más, se alcancen los niveles de población estacionaria hipotética estimados para los países más importantes del grupo mencionado. Esto significa que para proveer comida, vestido, vivienda, educación y empleo, aun en la medida de las necesidades básicas, en las próximas décadas, deberá incrementarse la actividad humana. Por tanto, el verdadero reto que están enfrentando quienes toman las decisiones en los países en vías de desarrollo, es el de atender las necesidades de una

población que se extiende continuamente, sin destruir el medio ambiente y la base de recursos de la que depende el proceso del desarrollo mismo. El reto que enfrenta hoy en día la humanidad es desalentador; puede ser vencido, pero no deben subestimarse las limitaciones que enfrentamos. La magnitud de los problemas ambientales y la importancia de su solución crecerán en el futuro.

Hay muchas razones que explican los diversos patrones de desarrollo que han tenido los países asiáticos, latinoamericanos y africanos durante las dos últimas décadas; pero un factor crítico debe ser la diferencia que guardan los diversos países en la administración global del ambiente. Por ejemplo, algunos como China, India, Tailandia, Egipto y Malasia, han avanzado considerablemente en la administración del ambiente en años recientes; pero en la mayor parte de los países del sub-Sahara africano no se puede decir que se haya logrado un progreso proporcional.

En el proceso de desarrollo a largo plazo de todos los países en vías de desarrollo, los aspectos ambientales tienden a ser aún más importantes. Actualmente, existe un acuerdo casi unánime entre los expertos, acerca de la probabilidad de que, en el futuro, aumenten la magnitud y complejidad de dichos problemas. Una revisión objetiva del tema en las dos últimas décadas, indicará que han sido muy pocos los descubrimientos que posibilitan la simplificación de la tarea de administrar el ambiente. Podemos admitir que hoy la base del conocimiento humano es más amplia que hace 20 años; pero, por desgracia, la capacidad para aplicar en forma operativa esa base a la solución de los problemas ambientales, no ha progresado de la misma manera. Más aún, puesto que cualquier persona –tenga o no conocimientos– puede erigirse como un experto ambiental, el ambiente se ha convertido, en su totalidad, en un campo minado de aseveraciones no científicas, mitos insostenibles, sesgos, dogmas e intereses personales.

En una gran parte de los países en vías de desarrollo, incluyendo a la India, muchos de los llamados y auto-formados “expertos ambientales”, en realidad son ecologistas semi-analfabetos, quienes a la larga tienden a hacerle más daño que bien al movimiento ecologista. Es claro que éste sigue captando e intoxicando a muchas personas, algunas de las cuales podrían manifestarse brillantemente en otros campos del conocimiento.

En las últimas décadas, una de las pocas áreas en las que el progreso ha sido fenomenal, es la tecnología de cómputo y el uso de computadoras para la modelación de los problemas ambientales.

Muchas de las áreas en vías de desarrollo, como Singapur, Hong Kong, Taiwán, Corea del Sur y la India, no sólo están fabricando computadoras para su propio uso interno, sino que también las están exportando, así como el *software*, tanto a los países desarrollados como a los que están en vías de desarrollo. A medida que el uso de las computadoras ha proliferado en muchos de estos últimos, se ha difundido también el interés en la modelación de los problemas ambientales.

El enfoque principal de este artículo es revisar, de una manera crítica, el estado del arte actual de la modelación ambiental, especialmente en términos de su aplicación a la solución de problemas reales.

Modelación ambiental para países en vías de desarrollo

Aunque existe gran cantidad de literatura sobre el uso potencial de los modelos para resolver diversos tipos de problemas ambientales, en especial en los países desarrollados, el análisis crítico de las experiencias pasadas indica que deben considerarse algunos puntos básicos al respecto.

Primero, independientemente del potencial del uso de modelos para resolver los problemas mencionados, conviene resaltar que para su análisis se debe tener una experiencia apropiada y un buen juicio en la planeación y administración ambiental, con objeto de aprovechar los beneficios que reporta el uso de esta técnica. No cabe duda de que es necesario ser un experto en matemáticas, pero es aún más importante tener la comprensión y el conocimiento adecuados acerca del sistema ambiental que se está analizando. Con base en mi experiencia personal, adquirida a lo largo de un período de más de tres décadas en 24 países desarrollados y en vías de desarrollo, puedo concluir que los modelos nunca podrán reemplazar a la experiencia, conocimiento y juicio. Sin embargo, pueden enriquecerse en gran medida si se utilizan en forma adecuada. Con frecuencia esto se olvida y las consecuencias son desastrosas.

Segundo, algunos expertos en modelación tienden a sostener que ésta es la técnica disponible fundamental para la planeación y administración eficiente del ambiente. Esta es una hipótesis que en general es difícil de sostener con base en la información de que disponemos en la actualidad. Aun siendo importante, la modelación puede considerarse una técnica, entre muchas disponibles, para la administración adecuada del ambiente y los recursos. Si se utiliza correctamente junto con otras metodologías, los resultados pueden ser útiles y muy

satisfactorios. Sin embargo, los profesionales del ambiente siempre deben estar conscientes de que las restricciones y limitaciones inherentes a cualquier metodología utilizada en la modelación y análisis de sistemas no son la excepción a esta regla.

Tercero, puede ser que la comprensión del sistema ambiental que se está analizando no siempre sea la adecuada, y es probable que no sean suficientes y/o confiables los datos disponibles para llevar a cabo el análisis. La accesibilidad y confiabilidad de los datos constituyen verdaderos problemas para la mayoría de los países en vías de desarrollo. Así mismo, con frecuencia no se tiene un conocimiento confiable de las relaciones causa-efecto y dosis-reacción. Por lo general, este tipo de problemas en la administración ambiental se presenta en casi todos los países en vías de desarrollo. Es frecuente que todas las técnicas, incluyendo el análisis de sistemas, adolezcan de estas deficiencias.

Cuarto, muchos de los aspectos que constituyen las componentes integrales de la planeación y administración del ambiente son de alguna manera amorfos, y por tanto, no pueden cuantificarse con facilidad o considerarse en forma adecuada dentro de un marco analítico. Como regla general, es más fácil analizar los factores físicos y económicos que los aspectos políticos, sociales y culturales o institucionales. Sin embargo, algunas veces los aspectos socio-políticos pueden ser igual o aun más importantes que los factores físicos en términos de la administración ambiental. En estas circunstancias, las técnicas analíticas deben manejarse con cuidado y buen juicio para asegurar que los resultados correspondan con la realidad.

Bajo estas consideraciones, se propone que la modelación ocupe un papel relevante en la planeación y administración ambiental en los países en vías de desarrollo. Pero antes de que pueda tomar su lugar legítimo en dichos procesos, deben enfrentarse y resolverse algunos aspectos críticos.

Aplicación de modelos ambientales

Antes que puedan extenderse los modelos ambientales, en los países en vías de desarrollo, los responsables de su aplicación deberán tomar en cuenta algunos factores nodales. La importancia de los temas que se discuten en esta sección varía de un país en vías de desarrollo a otro, o incluso de un estudio a otro dentro de un mismo país. Por tanto, no es posible jerarquizar los temas que se consideran a continuación de forma tal que pudiera ser válida para todos los problemas de modelación.

Falta de comprensión del proceso de toma de decisiones

La literatura existente sobre el análisis de sistemas para la administración ambiental está repleta de los términos "responsable de las decisiones" y "formulador de políticas", pero desafortunadamente, parece que son muy pocos analistas los que poseen la experiencia de haber tomado decisiones, o que han hecho un esfuerzo serio por entender este proceso en el mundo real. El "responsable de las decisiones" al que se refiere casi toda la literatura publicada sobre modelación, es en realidad un personaje mítico que tiene que decidir entre algunas opciones conjuradas por los analistas, sobre la base de algún criterio estrecho identificado por estos últimos, cuya relación con la situación real es poca o nula.

Por tanto, no sorprende el hecho de que la mayor parte de estos análisis resulte inadecuada o irrelevante para ser utilizada por quienes verdaderamente toman las decisiones. No siempre es fácil comprender las acciones de quienes toman las decisiones, puesto que las condiciones y criterios bajo los cuales ejercen dicha función, con frecuencia, tienen dimensiones personales y de tiempo. Así, puede darse el caso de que una persona tome una cierta decisión bajo un conjunto específico de condiciones en un tiempo determinado; mientras que, bajo idénticas circunstancias, otro individuo preferirá una solución alternativa. En otro momento, cada uno podrá tomar otra decisión. La toma de decisiones no es una ciencia, es un arte, y por tanto, los analistas y los promotores de modelos deben comprender con claridad el proceso específico dentro del que se elige la decisión final.

En la actualidad, algunos especialistas en modelación se están dando cuenta de la importancia de este hecho, pero su número es, desafortunadamente, aún muy pequeño. Muchos analistas no sólo carecen de experiencia de primera mano acerca del proceso de toma de decisiones, sino que llegan a desdeñar a la gente que finalmente las toma, considerándolos "meramente políticos o burócratas". Con frecuencia, cuando los individuos que toman decisiones reciben los resultados de los estudios de modelación, encuentran que las conclusiones y recomendaciones son ingenuas y simplistas, que no reflejan la situación real ni son aceptables desde el punto de vista político o institucional. Esto no debe sorprendernos. De manera análoga, no es raro encontrar que los analistas invierten una gran cantidad de tiempo y dinero, para finalmente obtener soluciones que, para una persona experimentada, eran más o menos evidentes desde

un principio, sin necesidad de llevar a cabo análisis sofisticado alguno. Este estado de cosas muestra que los resultados, por lo general, no se utilizan, reforzando por tanto el prejuicio que tienen los que diseñan modelos contra quienes toman las decisiones. Así mismo, estos últimos sienten que los modeladores son, antes que nada, teóricos y que no se puede confiar en que analicen una situación en forma realista para identificar una o varias soluciones aceptables. Al reforzarse estos sesgos, ambas partes se retraen a su propio mundo, desconociendo la validez de los opuestos. Esta situación ha inhibido la aplicación de modelos en la planeación y administración ambiental.

Hoy en día, hay indicios de que algunos especialistas en modelación, se están dando cuenta de este problema. Están haciendo un intento por comprender a quienes toman las decisiones, y por contar con una experiencia directa en este proceso. Si se quiere que dichos especialistas incidan en la realidad deben alentarse tales intentos.

Por otra parte, muchos de los especialistas mencionados creen que quienes intentan comprender el proceso de toma de decisiones actual, ya no son modeladores [en inglés, *modellers*] "reales", y por tanto deben considerarse perdidos para la profesión. Por desgracia, aquí hay algo más que un matiz de envidia, puesto que esta nueva generación de modeladores, como es de esperarse, se mueve libre y confiadamente por los pasillos del poder donde se toman las verdaderas decisiones.

Énfasis en los problemas teóricos

El número de libros y artículos que enfocan mediante análisis de sistemas los temas y problemas ambientales, ha aumentado en forma constante en los últimos años. Una revisión somera de las revistas especializadas, mostrará con claridad la preponderancia de los artículos que se refieren a esta área, en particular durante las dos últimas décadas.

No hay duda, la administración de los recursos hidráulicos es una de las áreas ambientales en la que se han desarrollado innumerables modelos matemáticos. Un análisis crítico de los artículos publicados en una de las revistas más importantes en dicha área, *Water Resources Research*, muestra que, durante un período de 20 años (1965-85), se publicó un total de 2 582 artículos. De ellos, 723 (28%) se refieren al análisis de sistemas, y fueron contribuciones de los EUA. De estos 723 artículos, sólo 38 (5.25%) tenían algo que ver con proyectos hidráulicos identificables. Tres de estos últimos (0.4%) fueron construidos, y sólo uno (0.1%)

se construyó de acuerdo con la optimización que, para el efecto, se llevó a cabo (Rogers y Fiering, 1986). Este estado de cosas es muy lamentable. Se consideraron autores de los Estados Unidos para que fuera posible identificar si el problema elegido era meramente hipotético, o bien, real. Más aún, en 1965, 25% de los artículos publicados en la revista mencionada se refería al análisis de sistemas. Este porcentaje aumentó a casi 50% para 1985, y sigue en aumento. Por tanto, mientras que las publicaciones sobre análisis de sistemas constituyen una industria en crecimiento real, su verdadera aplicación para resolver problemas prácticos parece ser mínima.

Si uno estableciera como hipótesis que el drástico aumento en el número de publicaciones tuviera una relación de uno a uno con la aplicación de modelos, en realidad estaría muy equivocado. Aunque hay pocos casos identificables de modelos que se están utilizando con éxito para la administración ambiental en los países desarrollados, no se estaría muy errado al suponer que aproximadamente 99% del material publicado contiene ejercicios teóricos, cuya relación con la planeación y administración de los sistemas ambientales es poca o nula. No hay duda que las publicaciones en esta área han excedido en mucho su posibilidad de aplicación.

Hoy en día se da demasiado énfasis al desarrollo de modelos cada vez más complejos, que utilizan técnicas matemáticas y tecnología de cómputo cuyo nivel de sofisticación va en aumento.

La prueba del ácido parece estar en la respuesta a las preguntas: ¿es el ejercicio susceptible de ser publicado en una revista internacional? Por desgracia, muchas veces el desarrollo del modelo no considera sus aplicaciones potenciales y uso real en la solución de problemas ambientales. El supuesto implícito está en considerar la complejidad del modelo como un indicador de calidad. Esto hace recordar a Pooh Bah en *El Mikado*, quien, cuando se le pidió que explicara una mentira por la que se le estaba sometiendo a juicio, replicó: "Bueno, sólo era un detalle corroborativo que tenía la intención de agregar veracidad a una narración que de otro modo sería plana y poco convincente". ¡Este podría también ser el caso de algunos ejercicios de construcción de modelos! Se acepta que los estudios de modelos teóricos a veces ayudan a expandir las fronteras del conocimiento, y son útiles para el entrenamiento de profesionales del ambiente; pero con frecuencia, ninguno de estos dos objetivos se cumple. Es triste notar tan poca relación con la realidad. Si este estado de cosas continúa sin cambios en el futuro, la profesión podrá encontrar

algún día, de manera repentina, que "el emperador está desnudo".

Solución buscando un problema

Durante las dos últimas décadas, un problema que fue constatado una y otra vez en varios países en vías de desarrollo, es el enfoque de la "solución buscando un problema". Tanto las instituciones nacionales como las organizaciones de ayuda bilateral y multilateral, sin darse cuenta han tomado la vía equivocada, en su deseo de promover modelos en estos países.

Por diversas razones, las organizaciones internacionales han enviado muchos de los llamados "expertos", que en su mayoría provienen de países desarrollados, a los países en vías de desarrollo para construir modelos y/o entrenar profesionales en modelación ambiental. Estos expertos externos, por lo general, son muy capaces para los temas teóricos, pero tienen muy poca experiencia en los procesos reales de planeación y administración ambiental; o bien, no están familiarizados con el marco institucional de los países que visitan. Además, estos "expertos" cuentan con un conocimiento y nivel de comprensión pobre o nulo acerca de los aspectos técnicos, socio-políticos u otros temas relevantes, que prevalecen en los países en vías de desarrollo. Suelen venir por un período corto de tiempo (de 1 a 6 semanas), armados con un modelo que ellos construyeron en su propia universidad, cuya aplicación no se ha intentado, que no está probado o que no puede utilizarse en su propio país.

Los capacitandos de los países en vías de desarrollo juegan con este modelo alimentándolo con algunos datos de su país. No están conscientes de los supuestos que implica el desarrollo de los modelos o de sus limitaciones. Juegan con un modelo de "caja negra". Después de un corto período, se espera que dichos capacitandos se conviertan en expertos en modelación, aunque tienen muy poco conocimiento de cómo puede construirse un modelo utilizable o cómo juzgar qué modelo es el más apropiado para su uso. Por desgracia, el modelo único de caja negra, pocas veces se modifica o se pone al día para adecuarse a las condiciones locales. Un ejemplo típico es la promoción del modelo QUAL-II en varios países en vías de desarrollo, aun cuando casi no hay datos sobre la calidad del agua. No se piensa en buscar los aspectos de los problemas de calidad del agua que son importantes para un río o su ubicación específica, o incluso si la modelación es una herramienta administrativa apropiada bajo las circunstancias

prevalecientes. No debe sorprendernos que el impacto de los programas de entrenamiento en materia del proceso de administración del ambiente, haya sido muy pequeño.

Enfoque mecanicista de la modelación

Un análisis objetivo y profundo de los modelos ambientales de que disponemos actualmente, indica que con frecuencia éstos son muy mecanicistas. El modelador puede construir un mundo artificial, que después sostiene como si fuera real, negando la complejidad de los problemas ambientales reales y suponiendo que se pueden simplificar los problemas con fines analíticos, aunque éstos carezcan de validez, haciendo énfasis en el rigor matemático y dejando de lado el científico. Si las formulaciones matemáticas que se utilizan no siguen a la naturaleza, en el mejor de los casos representan una excursión teórica emocionante, con una aplicación muy limitada a la solución de problemas mundiales reales. Por tanto, algunos modelos ambientales pueden considerarse sólo como una forma sofisticada de ajuste de curvas.

Es frecuente que los modeladores modelen lo que puede modelarse y no lo que necesita modelarse. Simberloff (1981) sostiene que "La ecología está repleta de todo tipo de modelos no comprobados (y casi siempre no susceptibles de ser probados), que en su mayoría pretenden ser heurísticos, y de muchos otros que son simples elaboraciones de modelos anteriores no comprobados". Se destinan revistas completas a estos trabajos, que están tan lejos de la realidad biológica como los "que curan mediante la fe". Frente a lo que pudiera parecer un juicio muy duro sobre el *status* presente de los modelos ecológicos, está el hecho de que los modeladores casi no cuestionan la validez de dichos modelos. En general, éstos se basan en tan pocos datos que parecen sostenerse casi con alfileres. ¡Tal parece que la principal consideración para determinar, por lo menos de manera implícita, la calidad de los modelos, es su posibilidad de ser publicados, y no su aplicabilidad!

Naturaleza dinámica de los modelos ambientales

Los modelos ambientales no son estáticos: deberían ser dinámicos para abordar la mayor parte de los problemas ambientales. Los modelos estáticos son más bien de uso limitado. Hay muchas razones por las que deberían ser dinámicos. Primero, las condiciones ambientales rara vez son estáticas: cambian con el tiempo. De acuerdo con esto, si

los modelos tienen que reflejar la realidad, deben considerar las condiciones cambiantes. Por ejemplo, el modelo desarrollado en la India para la planeación de la política de energía, consideraba sólo un precio fijo de esta última. Para cuando el modelo se desarrolló y estaba listo para usarse, los precios de la energía habían caído 50%. Puesto que el modelo no podía considerar tales cambios, su utilidad y aplicabilidad desaparecieron de la noche a la mañana.

Segundo, como ya se mencionó, la accesibilidad de los datos durante la fase de desarrollo del modelo es más bien limitada. A medida que se incorpora más información, el modelo puede afinarse y adecuarse mejor al análisis del problema.

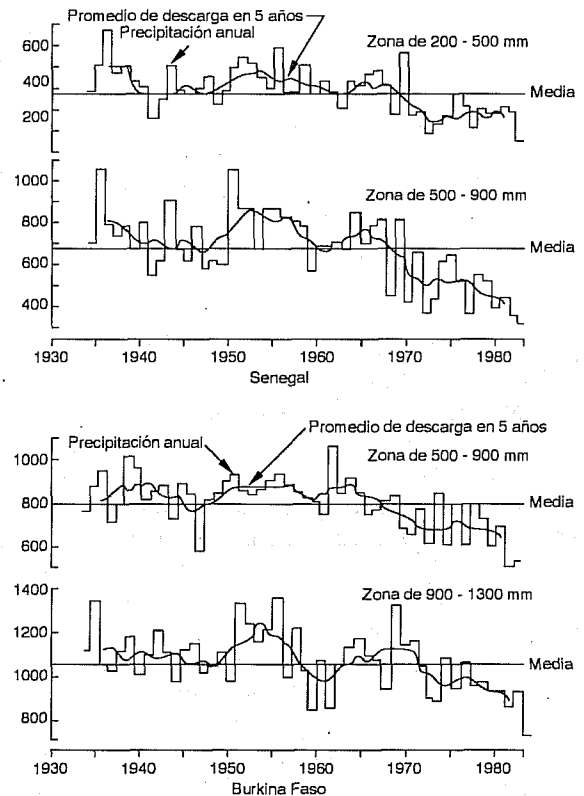
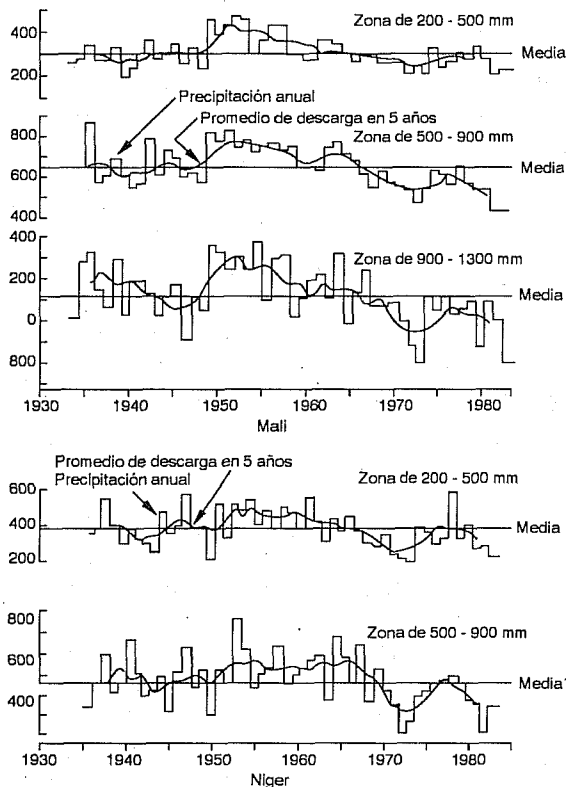
Tercero, a medida que avanza la tecnología de cómputo, y el costo de utilizarla decrece, lo que no era técnica o económicamente factible apenas hace 5 ó 10 años, hoy puede serlo. Por tanto, si fuese necesario, actualmente podría construirse un modelo mucho más complejo de lo que podía concebirse apenas hace una década. De igual forma, los avances en el conocimiento matemático y ambiental han sido muy significativos durante los últimos años. En consecuencia, la última generación de modelos puede ser mucho más rica.

No se consideran muchos aspectos importantes

Los analistas de sistemas no están tomando en cuenta muchos de los problemas importantes que, en materia ambiental, enfrentan quienes toman las decisiones en los países en vías de desarrollo. Pueden darse muchos ejemplos, pero aquí sólo se discutirá uno, el campo de la administración de los recursos hidráulicos.

El análisis de los recientes patrones de precipitación en la región Sudano-Saheliana de Africa, indica que si se compara con la media a largo plazo del período 1931-60 (Todorov, 1985), la precipitación y la descarga de los ríos han decrecido considerablemente a partir de la última mitad de los años sesenta. Esto puede verse en la ilustración 1, que muestra la precipitación anual, el movimiento promedio en 5 años y la precipitación media anual del período de 50 años comprendido entre 1934-83 para diversas zonas de precipitación en Mali, Nigeria, Senegal y Burkina Faso. Estas anomalías constituyen temas serios de planeación y administración en los proyectos de agua existentes y en los nuevos. Por ejemplo, una comparación de las isoyetas de la ilustración citada, que corresponden a la precipitación media anual para Senegal, con las del período de 16 años

1. Cantidad anual de lluvia durante 1934-83 en Senegal y Burkina Faso



comprendido entre 1968-83, indica que las primeras tienen que moverse hacia el sur 113 km para reflejar el patrón de precipitación de las segundas (Tordov, 1985). En lugares como Maradi en el río Níger, ningún flujo total anual alcanzó, durante 1968-83, la media correspondiente a 1931-60, en el largo plazo. Bajo estas circunstancias cambiantes, ¿cuál es la mejor forma de administrar los recursos hidráulicos existentes y planear los nuevos? ¿Cuáles son los riesgos asociados con las soluciones alternativas posibles? ¿Pueden evaluarse estos riesgos con algún grado de confianza? Estos son problemas que requieren respuestas urgentes, y el análisis de sistemas puede jugar un papel útil para suministrar tales respuestas. Actualmente no se toman en cuenta estos problemas.

Sin embargo, estos aspectos no sólo revisten una importancia crucial para la administración del agua, sino también para el desarrollo nacional global, como pudo demostrarse con toda claridad a raíz de lo sucedido en el lago Volta durante la sequía reciente (Biswas, 1986). El nivel del agua del lago cayó más de 10 pies (3 m) bajo el mínimo requerido para que la planta generadora de Akosambo funcionara con normalidad. Esto redujo drásticamente su capacidad generadora que, a su vez, redujo en mucho la cantidad de electricidad disponible en Ghana, Benin y Togo. Por tanto, las industrias básicas y los servicios se vieron forzados a operar en sus niveles más bajos. Con déficits críticos de electricidad hidro-generada, la demanda de los combustibles líquidos disponibles para todos los propósitos, se incrementó considerablemente. Esto, a su vez, significaba que la cantidad de combustibles líquidos disponibles para la agricultura y otras actividades económicas, se volvía inadecuada.

En consecuencia, hubo un deterioro en la producción y distribución agrícola e industrial en los países afectados. La mejor forma para planear y administrar el desarrollo de los proyectos hidrológicos bajo tales situaciones de incertidumbre ambiental, constituye uno de los aspectos actuales más importantes, que debe ser considerado por los modeladores (Biswas, 1988).

Énfasis inadecuado en el análisis de política ambiental

El énfasis en modelos pre-elaborados y en las técnicas de optimización, ha impedido que en los países en vías de desarrollo se utilice el análisis de sistemas con propósitos de formulación de políticas. Aunque estos enfoques pueden tener alguna validez para los fines operativos, su utilidad en los procesos de formulación de políticas es limitada.

En el análisis de políticas, se necesita incluir no sólo los factores técnicos y económicos, sino también los políticos, sociales, institucionales y ambientales. Estos últimos no se manejan fácilmente dentro de un marco analítico formal. Más aún, con nuestros conocimientos actuales no es posible concebir un proceso de optimización que trate de manera simultánea aspectos multidimensionales. Sin embargo, cualquier desarrollo de una política ambiental y de recursos, requiere de consideraciones multidimensionales simultáneas. Los modelos de simulación con un enfoque de "¿qué pasaría si?" podrían ser de alguna utilidad en esta área, y necesitan tomarse más en cuenta.

Accesibilidad y confiabilidad de los datos

Una de las restricciones más serias para el desarrollo de modelos confiables en los países en vías de desarrollo, dentro de un marco de tiempo razonable, es la escasa accesibilidad y confiabilidad de los datos. Con frecuencia en estos países existen más datos de los que uno se imagina. Sin embargo, la falta de información o la deficiencia de los datos existentes en materia de administración o sistemas de recuperación, las rivalidades inter-ministeriales y/o inter-institucionales, la clasificación innecesaria de información secreta o confidencial junto con la apatía oficial inciden en la dificultad de acceso a los datos recopilados. Así, es común que la persona que necesita la información ni siquiera sepa quién está recopilando los datos ambientales, dónde se guardan y cómo pueden obtenerse.

Un problema igualmente serio es la confiabilidad de los datos disponibles. Mientras que muchos de los que se recopilan son de buena calidad, hay otros poco confiables que se reúnen en los lugares equivocados, con equipo mal calibrado, se analizan de manera incorrecta, o simplemente son "pre-fabricados". En cualquier conjunto de datos dado, el proceso de separar los no confiables de los buenos, es muy difícil, requiere de mucho tiempo y es caro.

Hay una necesidad urgente por desarrollar sistemas de administración de datos ambientales adecuados, que puedan ser de fácil acceso para los analistas dentro de un tiempo y a un costo razonables. Puesto que en la mayoría de los países en vías de desarrollo la disponibilidad de computadoras no es un gran problema, sí debe ser posible desarrollar dichos sistemas.

Conclusión

Durante la última década, muchos países en vías

de desarrollo se han interesado en la posibilidad de utilizar técnicas de modelación para mejorar los sistemas de administración y planeación ambiental existentes. Mientras que algunos de dichos países han logrado un progreso limitado en el uso de modelos con propósitos operacionales, debe admitirse que su uso para la formulación de políticas ha sido insignificante.

En años recientes, se ha puesto demasiado énfasis en el uso de modelos idealizados y teóricos para solucionar los problemas de administración ambiental, tanto en los países desarrollados como en aquellos que están en vías de desarrollo. Dichos estudios pueden considerarse válidos con propósitos de entrenamiento, pero su uso potencial en la planeación y administración ambiental en el mundo real es de valor dudoso. Si se tiene que progresar de manera más visible, los que proponen los modelos deberán descender de sus torres de marfil al mundo real y considerar los problemas de planeación y administración ambiental reales y no teóricos. La confianza en el uso de modelos será restituida sólo cuando exista un énfasis creciente en el desarrollo de modelos con mayor rigor científico y que sean aplicables a los problemas ambientales reales.

En los últimos años, los aspectos de administración ambiental en los países en vías de desarrollo, se han vuelto cada vez más complejos, y todo parece indicar que esta tendencia continuará. Por lo tanto, es esencial considerar todas las técnicas accesibles para que las estrategias apropiadas y opciones viables se puedan analizar, a fin de evaluar las consecuencias potenciales de las decisiones en relación con las políticas posibles. En la medida en que los modelos puedan ser una contribución útil para mejorar los procesos de planeación y administración, sería tonto no aprovechar los beneficios que pueden derivarse de su uso. Sin embargo, las expectativas deben ser realistas y alcanzables. Es indudable que se necesitará mucho esfuerzo, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo, antes de que los modelos puedan contribuir notablemente al mejoramiento de la administración ambiental en estos últimos países. Esto sólo podrá alcanzarse cuando cambie el énfasis de modelos teóricos invalidados a modelos realistas prácticos. Los modelos nunca deben imponerse a los datos que no los sostienen.

* Tomado del libro *Environmental modeling for developing countries* (cap. 1), autorizado para su publicación por el autor. Traducción: Clara Levi.