

Recursos naturales renovables, ecología e ideología

GILBERTO C. GALLOPIN

El hombre ha estado interesado en la ecología desde un punto de vista práctico desde su historia muy temprana, mucho antes de que el concepto de ecología existiera. En las sociedades primitivas cada individuo, para sobrevivir, necesitaba tener un conocimiento definido de su ambiente, o sea, de las fuerzas naturales y las plantas y animales que lo rodeaban. Lo que generalmente se llama civilización comenzó cuando el hombre aprendió a utilizar el fuego y las herramientas para modificar su ambiente. En la etapa actual de la humanidad, es más necesario que nunca para el hombre poseer un conocimiento inteligente de su ambiente y de sus relaciones con él, dado el rápido crecimiento de su potencialidad de alteración de la naturaleza.

Nota: El autor trabaja en el Departamento de Recursos Naturales y Energía de la Fundación Bariloche.

El hombre moderno ha cambiado profundamente la estructura y funcionamiento de muchos ecosistemas, desmontando bosques, quemando praderas, modificando cadenas alimentarias, alterando la diversidad de organismos, introduciendo o eliminando plantas y animales, alterando los mecanismos de circulación de nutrientes por medio de fertilización y aplicación de biocidas, etc. Estas modificaciones son necesarias para manejar los ecosistemas de modo que puedan ser aprovechados por el hombre, pero pueden ser peligrosas cuando no van acompañadas por un conocimiento de las consecuencias, especialmente a largo plazo, que puedan ocurrir. En muchos casos, el resultado ha sido beneficioso para el hombre, como en lo referente al manejo eficiente de la mayoría de los sistemas agropecuarios en las zonas templadas, pero otras veces ha sido desastroso, como la desertización producida por el sobrepastoreo en el Oriente Medio y

en el Chaco argentino y la peligrosa contaminación producida por los insecticidas clorados. Desgraciadamente, no siempre la destrucción irracional del ambiente del hombre se puede explicar por la carencia de un conocimiento adecuado de las consecuencias de alterar los ecosistemas; en muchos casos, especialmente en el Tercer Mundo, el despojo destructivo de la naturaleza se explica solamente como un resultado del afán de intereses internos o externos de obtener el máximo provecho pecuniario en el mínimo tiempo, con la mínima inversión, sin preocuparse de la posibilidad de subsistencia a largo plazo del recurso.

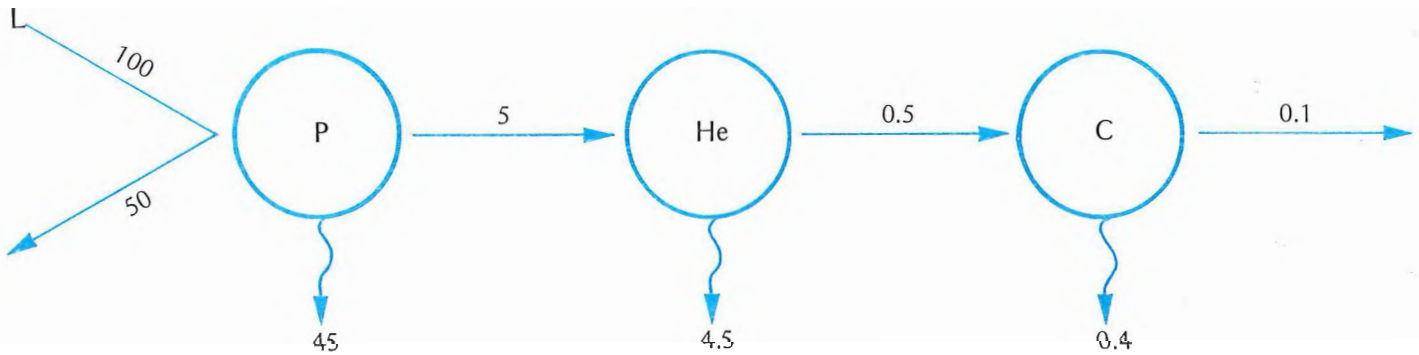
Debido a la reciente difusión de la ecología y los problemas ambientales, se ha creado un cierto grado de confusión entre conceptos de distintas áreas, por lo cual puede ser útil el esquematizar brevemente el campo que corresponde a la ecología. La ecología es la ciencia que estudia las interacciones de los seres vivos entre sí y con su ambiente. La importancia de las interacciones en los procesos ecológicos hace que la ecología sea una ciencia integradora en la que el concepto de "totalidad", "holos" o "gestalt" sea absolutamente central. Esto ha llevado naturalmente a los ecólogos a adoptar una concepción global, sistematizadora, de los fenómenos ecológicos, como lo evidencia el uso temprano de términos tales como biogeocenosis, microcosmos y *ecosistema* para denotar segmentos del universo más o menos definidos donde animales, plantas verdes, bacterias, compuestos químicos, factores climáticos, etc., se influyen mutuamente en mayor o menor grado y no pueden ser aislados sin cambiar drásticamente sus propiedades y las del sistema total (un bosque, un pastizal, son ejemplos de ecosistemas). En ecología, una *población* se define como un conjunto de individuos de una misma especie que habita en un área determinada y una *comunidad* como el conjunto de poblaciones que viven en esa área. La comunidad representa, por tanto, el componente vivo de un ecosistema. La *biosfera* o *ecosfera* incluye todos los ecosistemas del planeta.

Los organismos, poblaciones, comunidades, ecosistemas, biosfera, pueden ser considerados como sistemas de distinto orden de complejidad (definiendo un *sistema* como un conjunto de elementos que están relacionados o interactúan). La complejidad de los sistemas ecológicos, que pertenece al tipo llamado "complejidad organizada", caracterizada por un número grande de variables que interactúan en forma regular y organizada (como opuesto a puramente aleatoria) permite colocar a los sistemas ecológicos dentro de una misma clase con los sistemas sociológicos, económicos, etc., y separarlos de los sistemas fisicoquímicos clásicos. Esta complejidad hace que muchos problemas ecológicos sólo sean atacables en forma eficaz por medio de enfoques múltiples y una diversidad de técnicas y métodos. Por tanto, la ecología moderna es por excelencia una ciencia interdisciplinaria, en la que el aporte de diferentes especialidades con distintos puntos de vista es absolutamente esencial para resolver los problemas, sobre todo cuando nos referimos a problemas de importancia regional o nacional, como por ejemplo el problema de manejar ecosistemas de gran extensión o de importancia crítica y a la totalidad de los problemas relacionados con la persistencia y optimización del uso de los recursos naturales. Creo que es importante destacar que la necesidad del enfoque interdisciplinario aparece con mucha mayor claridad

cuando se trata de resolver problemas de importancia práctica, donde se requieren respuestas definidas para generar decisiones de manejo, económicas y políticas. Si bien siempre es posible estudiar un segmento de un sistema complejo, abstrayendo algún aspecto parcial del mismo y obtener algunas conclusiones también necesariamente parciales (y esta es una de las características de los enfoques analíticos clásicos), la mayor parte de los problemas realmente significativos para el hombre son problemas complejos, globales.

Para dar un ejemplo de esto, supongamos, en forma muy esquemática, que un ecosistema natural, en cierta región, contiene una serie de organismos: plantas verdes (P) (árboles, hierbas y pastos), herbívoros (HE) (insectos, aves, ratones, rumiantes, etc.) y carnívoros (C) (insectos, aves de presa, felinos, etc.). La energía solar es en parte absorbida y asimilada por las plantas y en parte reflejada; parte de esta energía se transfiere a los herbívoros bajo la forma de protoplasma vegetal, y parte de la energía acumulada en los herbívoros pasa a los carnívoros al alimentarse de éstos. El concepto de transferencias energéticas se puede representar en forma de corrientes de energía en el ecosistema, medidos por ejemplo en calorías por metro cuadrado por año. En cada transferencia de energía se produce una pérdida en forma de calor. Supongamos que la corriente de energía del ecosistema para los elementos considerados es el representado en la gráfica I. Imaginemos que una persona debe tomar la decisión de qué hacer con ese ecosistema que puede tener gran extensión, como podría ser la Patagonia, la Amazonia etc. La decisión podría ser, por ejemplo, no tocarlo, transformarlo en un sistema agrícola o en un sistema ganadero. Desde el punto de vista parcial de la corriente de energía, la solución parece ser muy simple, y esto se puede ver en las gráficas II y III, en las que se supone que se mantiene la eficiencia anterior de conversión de energía de un nivel a otro. Si el precio de una caloría vegetal fuera una unidad monetaria y el de una caloría animal, 50 unidades, el ecosistema podría proveer $30 \text{ cal/m}^2/\text{año} = 30 \text{ unidades monetarias/m}^2/\text{año}$ bajo agricultura, y $3 \text{ cal/m}^2/\text{año} = 150 \text{ unidades monetarias/m}^2/\text{año}$ bajo ganadería, lo que indicaría que el mejor uso del ecosistema, suponiendo costos iguales, es, desde el punto de vista económico, la ganadería. Desgraciadamente, una decisión tomada con esa base solamente puede ser catastrófica. Por ejemplo, puede suceder que el ganado con el cual se remplazan los herbívoros naturales del sistema no pueda subsistir bien en las condiciones climáticas de la zona (caso de la ganadería tropical con base en ganado adaptado a condiciones templadas), que el efecto del ganado sobre la vegetación natural sea tal que impida su regeneración y desaparezca la vegetación, con su secuela de erosión y desertización (caso frecuente del sobrepastoreo caprino en zonas semiáridas), que los cultivos introducidos no resistan la competencia frente a especies autóctonas o introducidas (entonces llamadas malezas), que la destrucción de árboles en zonas montañosas anule la posibilidad de retención de suelo frente a altas precipitaciones y el suelo desaparezca en pocos años, etc. Este tipo de efectos, "costos ambientales", no son normalmente considerados por los economistas en sus análisis de costo-beneficio. Algunos de los efectos pueden ser retardados en el tiempo y desplazados en el espacio, como el caso del agotamiento de la capa de agua subterránea por cultivos de gran capacidad de extracción de agua, como la alfalfa, que sólo se detectará al llegar a un punto crítico. Esto hace

GRAFICA I



Corriente de energía en un ecosistema natural hipotético. L = luz solar (incidente 100, reflejada 50); P = plantas verdes; He = herbívoros; C = carnívoros. Flechas rectas = corriente de energía utilizable; flechas onduladas = disipación de energía como calor. Los números representan las transferencias de energía en calorías por metro cuadrado por año.

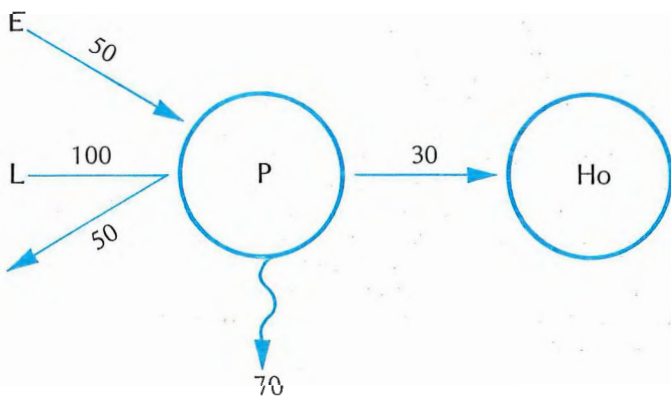
que ciertos manejos puedan ser beneficiosos a corto plazo y perjudiciales a largo plazo.

Lo anterior no debe ser interpretado como un alegato conservacionista lírico para no modificar los ecosistemas naturales. De hecho, lo deseable es que el papel de la ecología consista en *utilizar los ecosistemas optimizando su provecho para el hombre, minimizando los riesgos de destrucción*. El caso es que existen intervenciones provechosas e intervenciones perjudiciales y la diferencia entre las mismas es frecuentemente difícil de establecer sin profundos estudios integrados. Por otra parte, la magnitud del riesgo aumenta a medida que aumenta el potencial de cambio tecnológico. Si no se puede considerar como catástrofe nacional la destrucción de la capacidad productiva de un ecosistema de 100 ha., el mismo tipo de destrucción de toda una región claramente lo es.

El papel de la ecología puede ser especialmente valioso en el área de los *recursos naturales renovables*, área de importancia evidente. Podríamos definir el concepto de *recurso* en sentido amplio como un factor de existencia física que se requiere como insumo para un proceso productivo (también en sentido amplio), incluyendo la mera subsistencia del hombre. Naturalmente, el concepto de recurso es dinámico y depende del tipo de proceso productivo que se considera y del estado de la tecnología en el momento. Por ejemplo, el concepto de cantidad de tierras potencialmente arables, en una región determinada, no es el mismo ahora que hace 100 años, ni lo será, necesariamente, dentro de 100 años. La capacidad de riego avanza con la tecnología, las tierras consideradas no cultivables en el pasado están siendo explotadas provechosamente (ejemplo: Israel) y las posibilidades de desalinización masiva del agua de mar permiten imaginar un futuro de transformación de grandes áreas desérticas en zonas de cultivos fértiles. Un *recurso natural* es aquel que se encuentra o se extrae de la naturaleza, o del ambiente, como se quiera analizar. Un recurso natural renovable es, en principio, regenerable a un ritmo del mismo orden de magnitud que el de su uso. El conocimiento adecuado de un recurso natural renovable implica contestar las siguientes preguntas:

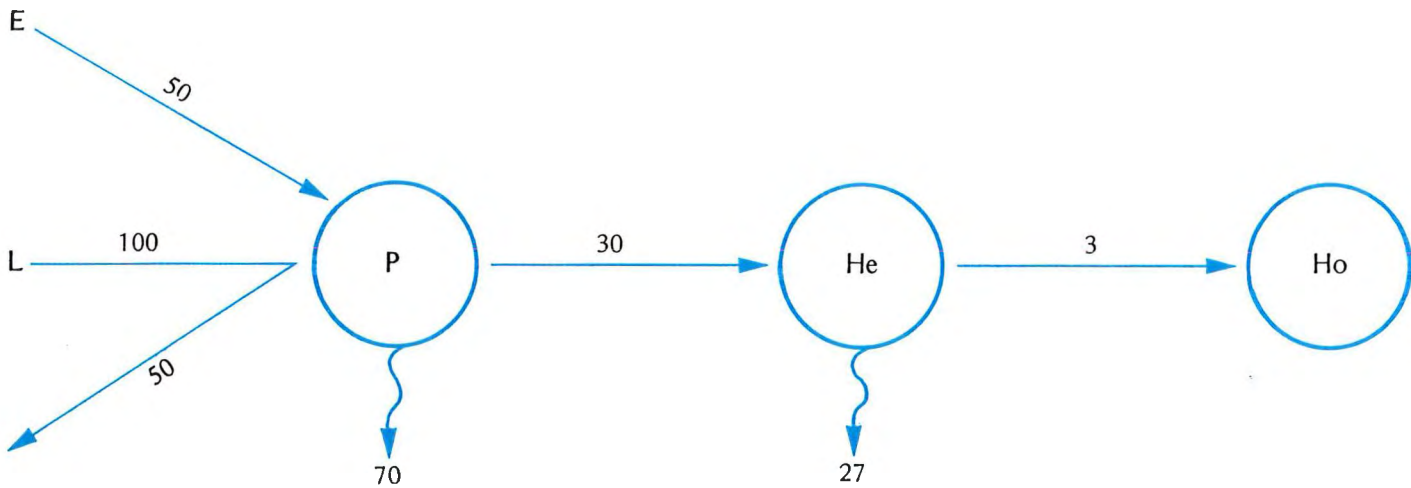
1) *¿Cuál es la cantidad del recurso?* Esto implica conocer el *uso real* del recurso, o sea, la estimación del grado de su utilización actual en la región; la *reserva*, o la cantidad estimada que puede ser utilizada en las condiciones económicas, tecnológicas y sociales actuales; el *recurso potencial*, o sea la cantidad estimada que se podría emplear en condiciones económicas y tecnológicas estipuladas, pero diferentes de las actuales; y el *recurso base*, o la cantidad total estimada de éste en la región, independientemente de consideraciones económicas y de factibilidad tecnológica. Estos conceptos, medianamente claros para el caso de los recursos no renovables, deben ser utilizados con precaución en el caso de los renovables, ya que en los últimos el nivel de explotación es (o debería ser) función del mantenimiento de la capacidad de regeneración de los mismos. Por ejemplo, el hecho de que en una región boscosa la reserva sea de 3 millones de toneladas de madera no es demasiado informativo, a menos que se

GRAFICA II



Corriente de energía en un ecosistema agrícola hipotético. E = energía fósil (derivados del petróleo utilizados en tractores, producción de fertilizantes y otros procesos agrícolas consumidores de energía; suponiendo que el 50% de la energía fósil consumida se recupera en forma de energía utilizable). Ho = hombre. Otros símbolos como en la gráfica I.

GRAFICA III



Corriente de energía en un ecosistema ganadero hipotético. Símbolos como en las gráficas I y II.

conozca su crecimiento anual. Lamentablemente, este tipo de explotación "irracional" de los recursos naturales renovables, tratándolos como si fueran no renovables, es muy común en los países dependientes (aunque estrictamente hablando, esa explotación no es irracional, ya que suele responder a claros intereses sectoriales, en contraposición a los intereses nacionales). El conocimiento necesario en esta fase se obtiene por medio de relevamientos fotográficos, sensores remotos, relevamiento y censos de campo, etc. En esta fase colaboran ecólogos, taxónomos, geólogos, topógrafos, agrónomos, etcétera.

2) *¿Cuál es la velocidad de regeneración del recurso y cuáles los factores que la afectan?* Esto implica la medición de la velocidad de producción, de los factores ambientales, de las acciones humanas; en suma, el análisis de las complicadas cadenas causa-efecto que originan la dinámica del sistema, a menudo sólo interpretables con el auxilio de modelos matemáticos de simulación en computadora. Esta fase es más complicada que la anterior y se requiere el esfuerzo conjunto de ecólogos, climatólogos, matemáticos, agrónomos, además de sociólogos, químicos, fisiólogos, etcétera.

3) *¿Cuáles son los métodos óptimos de manejo del recurso?* Esta es la fase de culminación del estudio e implica determinar, a veces por medio de experimentos y modelos matemáticos, la estrategia de manejo más adecuada para lograr los objetivos que se hayan planteado. Esta fase debería realizarse con base en la colaboración entre agrónomos, matemáticos, ecólogos, sociólogos, economistas, políticos, etc. Es en esta última etapa cuando intervienen de manera más evidente los sistemas de valores que se manejan o, dicho de otro modo, la *ideología* imperante tras el estudio. Para ser más claro: todo proceso de optimización implica la búsqueda de una estrategia que permita lograr un objetivo maximizando o minimizando algo (maximizando la producción, o minimizando los costos, por ejemplo). Esa estrategia está siempre sometida a una serie de restricciones, más o menos insoslayables (que el rendimiento de un cultivo no se puede

increamentar más sin agregar fertilizantes, que el precio de un producto no debe ser menor que su costo, etc.). La identificación de las restricciones es un paso fundamental en todo proceso de optimización; la existencia de restricciones puede hacer que no exista una estrategia capaz de lograr el objetivo en un contexto dado. A veces, las restricciones no son identificadas explícitamente, sino que son presentadas implícitamente, bajo la forma de "estrategias tabú" que no son siquiera mencionadas como opciones que deberán explorarse. Un ejemplo muy común es la no consideración de la posibilidad de cambios sociales profundos.

El caso de la estimación de la capacidad de producción de alimentos en el planeta es un ejemplo apropiado para ilustrar lo anterior. En los últimos años se ha recrudecido el número de predicciones de hambrunas para la humanidad a corto y mediano plazo, con relación a la preocupación por el crecimiento demográfico. Una gran parte de las predicciones y análisis realizados intenta demostrar que el "cuello de botella" se encuentra a nivel de los recursos naturales. Es decir, las restricciones principales a la capacidad de producción de alimentos de la Tierra serían de tipo físico y, por tanto, relativamente insoslayables. Sin embargo, el análisis detallado de esas estimaciones catastróficas permite detectar que, en casi todos los casos, los autores definen sus cálculos con base en el uso de la tecnología actual, es decir, de las *reservas*, y en todos los casos presuponen la inamovilidad en los rasgos fundamentales de los esquemas socioeconómicos imperantes actualmente (aun el Plan Indicativo Mundial de la FAO). Incluso aceptando el absurdo de suponer que el nivel tecnológico se mantendrá constante a partir de ahora, un estudio desprejuiciado conduce a conclusiones muy distintas: el potencial de producción de alimentos a partir de las reservas actuales de recursos naturales es muchas veces superior al actual. Las principales restricciones aparecen claramente como restricciones económicas, especialmente en los recursos de capital y financieros, y como restricciones debidas al sistema socioeconómico de valores imperante en muchas regiones, como por ejemplo la estructura de propiedad de la

tierra. Cuando la producción de alimentos en muchas regiones, incluyendo la mayor parte de los países dependientes, se regula prácticamente en función del precio del trigo, arroz, carne, etc., en el mercado internacional, mientras que grandes sectores de la población están desnutridos y llegan a morir de hambre o de enfermedades directamente atribuibles a la malnutrición, las consecuencias de introducir como restricciones la inamovilidad de los valores basados en la relación monetaria de beneficios a costos aparecen en toda su magnitud. Se llega al extremo de proponer como solución el control masivo de la natalidad en los países dependientes con tal de no introducir modificaciones en los esquemas socioeconómicos, que son aquellos esquemas favorecidos por los países centrales y por los núcleos centrales dentro de los países subdesarrollados.

Si bien la investigación ecológica debería ser de desarrollo prioritario en las condiciones actuales, especialmente con relación a la planificación racional del uso de los recursos naturales y el mejoramiento del ambiente humano, es imprescindible diferenciar las razones legítimas de las razones ilegítimas subyacentes en la reciente y explosiva popularización de los problemas ambientales, o lo que se ha dado en llamar "moda ecológica", originada en los países desarrollados. Gran parte de la extrema importancia que se concede actualmente a los problemas ambientales tiene el significado de un fenómeno ideológico, por las siguientes razones:

1) Es muy claro que el problema del ambiente está siendo utilizado en los países industrializados para desviar la atención de otros problemas (políticos, económicos, sociales, etc.) y orientar así las luchas sociales hacia formas menos peligrosas para los sistemas establecidos.

2) En el momento actual los conocimientos científicos no permiten todavía confirmar o rechazar la hipótesis de una ruptura generalizada e irreversible del equilibrio ecológico. No es posible extrapolar directamente los ejemplos localizados de destrucción de ecosistemas. Esto muestra un contraste notable con la vehemencia de las afirmaciones acerca del peligro inminente de destrucción de la especie humana a través de la ruptura del equilibrio ecológico. Para resolver esta cuestión es necesario obtener muchos más datos.

3) Las discusiones acerca de la posición del hombre en los ecosistemas van desde un antropocentrismo en que el hombre puede hacer caso omiso de las leyes de la naturaleza o modificarlas a su placer, hasta el ambientalismo en el que el hombre no es más que un elemento de los ecosistemas y debe basar su comportamiento en el interés del ecosistema entero. Estas son posiciones ideológicas y como tales no son ni confirmables ni refutables por la ciencia.

La relación entre el hombre y su ambiente no es separable de la relación de los hombres entre sí. Muchos de los modos de destrucción ambiental son consecuencia directa de los sistemas socioeconómicos imperantes. En muchos de los países altamente industrializados el uso de los recursos está determinado por consideraciones de beneficios monetarios para ciertos grupos y tiene sólo relaciones indirectas y accidentales con las necesidades humanas. Por ejemplo: la acción de las compañías de automóviles en Estados Unidos dificulta el desarrollo de un sistema de transporte público y

barato, al mismo tiempo que contribuye al aumento de la contaminación. Otro caso típico es la obsolescencia planeada deliberadamente en los artículos de consumo que contribuye al uso irracional de los recursos.

El problema de la *contaminación* en general es un problema directamente derivado de un modo de producción consumista y no discriminado, aunque a veces se pretende hacerlo pasar como una consecuencia necesaria de la actividad del hombre en el planeta. La contaminación no es en manera alguna una consecuencia inevitable del desarrollo industrial, ni tampoco es, en su mayor parte, un problema ecológico, sino un problema económico y tecnológico. Si bien hay mucho que investigar, los efectos generales y las vías de transformación de los contaminantes en la biosfera han sido bastante estudiados por los ecólogos. El control de la contaminación ambiental es hoy perfectamente posible en la mayoría de los casos y sólo se reduce a una cuestión de poner en práctica los controles y sistemas de aprovechamiento de los desperdicios necesarios, una vez establecida su necesidad (sin olvidar que uno de los grandes focos de presión sobre la opinión pública proviene de la industria de equipos de control de contaminación).

En particular, el problema de la contaminación en el Tercer Mundo es actualmente secundario cuando se lo compara con los principales problemas ambientales (el uso irracional y destructivo de los recursos renovables, los de la agricultura, la erosión, el manejo de agua, etc.), aunque pueda revestir gravedad en situaciones locales. Es justamente en este tipo de problemas que la ecología puede ayudar a dar respuestas adecuadas, encarando científicamente el estudio a corto y a largo plazo de los sistemas ecológicos más importantes y especialmente de aquellos amenazados de destrucción.

Sólo es posible planificar adecuadamente sobre los recursos naturales renovables y dictar normas de manejo, cuando se conoce cuáles son los elementos principales de esos sistemas ecológicos y de qué manera interactúan. La situación actual en la mayoría de los países del Tercer Mundo es de un desconocimiento casi total de sus recursos naturales renovables, aun a veces en la etapa primaria de relevamiento. Los estudios ecológicos son necesarios y urgentes no sólo a este último nivel, sino particularmente con referencia al funcionamiento de esos sistemas y sus respuestas a mediano y largo plazo frente a las intervenciones humanas (incluyendo la contaminación). Para impulsar este tipo de estudios, ahora casi inexistentes en nuestros países, es imperativo desarrollar equipos de trabajo que analicen los problemas desde puntos de vista múltiples, con un enfoque totalizador y riguroso.

Concluyendo: el problema de la relación del hombre con su ambiente sólo puede ser estudiado eficazmente tomando en cuenta las condiciones sociales, económicas, ideológicas y culturales en el análisis de la dinámica y el funcionamiento de los ecosistemas. Una necesidad imperiosa es la de tratar de integrar parcialmente la ecología y las ciencias sociales para estudiar seriamente las relaciones entre el hombre y la biosfera de la cual forma parte. Una línea prometedora parecería estar relacionada con la posibilidad de desarrollar una teoría general aplicada de los sistemas complejos.