

LECTURAS

Serie dirigida por Óscar Soberón M.

36*



**ESTILOS DE DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE
EN LA AMÉRICA LATINA**

LECTURAS

36*

Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina

SELECCIÓN DE
OSVALDO SUNKEL Y NICOLO GLIGO

EL TRIMESTRE



ECONÓMICO

FONDO DE CULTURA ECONÓMICA
MÉXICO

Primera edición, 1980

FCE, Biblioteca. Programa de catalogación en la publicación.

Sunkel, Osvaldo, comp.

Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina / Selección de Osvaldo Sunkel y Nicolo Gligo. México: Fondo de Cultura Económica, 1980. 663 páginas.

2 v. (El Trimestre Económico. Lectura 36)

1. Medio ambiente — América Latina — Discursos, ensayos, conferencias, etc. 2. Ecología — América Latina — Desarrollo económico. I. Gligo, Nicolo. II. t.

HC163.7S8

301.21'02

FCE-80-36

D. R. © 1980, FONDO DE CULTURA ECONÓMICA
Av. de la Universidad 975, México 12, D. F.

Impreso en México

PRÓLOGO

LA IMPORTANCIA creciente de los problemas ambientales en el desarrollo de la América Latina —es decir, los aspectos concernientes a los recursos naturales, los asentamientos humanos, el ordenamiento territorial, la contaminación— ha aconsejado publicar la compilación que aquí se presenta. Ésta se basa en los principales documentos preparados por el proyecto sobre “Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina” que se desarrolló desde mediados de 1978 hasta mediados de 1980, y que propició un seminario regional del mismo nombre, en Santiago de Chile, entre el 19 y 23 de noviembre de 1979. El proyecto y el seminario fueron patrocinados por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Los principales objetivos de los citados proyecto y seminario fueron estudiar y esclarecer las interrelaciones de los estilos de desarrollo prevalecientes en la América Latina y los problemas ambientales y de utilización de recursos; promover el interés por estilos optativos de desarrollo que propicien mejores condiciones ambientales y una mejor utilización de los recursos, y proponer medidas que tiendan a mejorar las condiciones de vida en general y las condiciones del medio ambiente en particular, incluyendo las que tienen como meta el desarrollo de un estilo optativo.

Esta compilación se ha dividido en 2 volúmenes. El primero comprende aspectos conceptuales básicos en la relación desarrollo y medio ambiente y penetra en el campo específico del desarrollo agropecuario. El segundo ha sido dividido en tres partes: urbanización y marginalidad, energía e industrialización y planificación.

5. ECOLOGÍA Y DESARROLLO: EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS DEL PENSAMIENTO ECOLÓGICO

Jaime Hurtubia

I. INTRODUCCIÓN

ESCRIBIR sobre ecología en 1979 es un gran desafío en diversos aspectos. Primero, por la enorme extensión y aplicación que ha alcanzado en los últimos años, penetrando en los campos de preocupación de otras ciencias, en la opinión pública y en las decisiones políticas. Segundo, porque el término "ecología", a partir del decenio de 1960 comenzó a ser objeto de un intenso uso, abuso y mal uso a través de los medios de comunicación y también en las publicaciones técnicas y científicas ajenas al campo de la biología. Tercero, porque la ecología como ciencia transdisciplinaria necesariamente ha tenido que hacer notar las limitaciones mismas que presentan las distintas ciencias, ámbitos del saber y sectores por el hecho de pensar y actuar sectorialmente y las que presenta cada disciplina del saber humano, en cuanto no rebasa el campo de su propia especialidad.

Considerando estos antecedentes, resulta aún más difícil estudiar la evolución y las perspectivas del pensamiento ecológico. Se reconoce, por una parte, que esta ciencia tuvo su origen en la historia natural y muchos aún la siguen considerando como una rama de la biología. Por otra parte, ha ido surgiendo el entendimiento de que la ecología se está transformando en una ciencia transdisciplinaria. Ambas posiciones llegan a oponerse con declarado antagonismo cuando debe definirse el papel de esta ciencia frente a los problemas ambientales que actualmente enfrenta la sociedad para alcanzar las metas de un desarrollo sostenido a largo plazo.

Dado que los análisis históricos sobre la ecología no abundan, el pensamiento ecológico no ha sido objeto de estudios que persigan demostrar cuáles han sido las influencias que ha recibido desde otros campos del conocimiento humano y cuáles han sido sus contribuciones conceptuales hacia otras esferas del saber. El presente trabajo pretende ser una contribución preliminar para despertar interés en este tipo de estudios. Intenta presentar un bosquejo general y sucinto del pensamiento ecológico, evitando acudir a tecnicismos engorrosos ni abusar demasiado de la interminable terminología ecológica que a veces complica más que clarifica el entendimiento de esta ciencia por parte de otros es-

pecialistas. De allí que se profundice sólo en las ideas centrales y principios en que la ecología se ha apoyado preponderantemente para alcanzar el lugar que hoy ocupa en la ciencia y sociedad actuales.

La idea que orienta este trabajo se origina al advertir que el hombre vive actualmente un momento de transición crítica en la identificación de sus interacciones con la naturaleza y su medio ambiente. En los últimos años por el aumento demográfico y el avance tecnológico, están ocurriendo una serie de efectos ambientales que están actuando negativamente sobre el proceso de desarrollo económico y social.

A pesar de ello, sabemos que la humanidad sigue guiándose en sus objetivos para el desarrollo por distintos preceptos a aquellos que plantea la ecología. En el fondo se trata de las formas en que los hombres se relacionan entre sí y con la naturaleza para alcanzar un proceso de desarrollo que permita disponer de los recursos contenidos en los sistemas ecológicos para la satisfacción de las necesidades humanas básicas.

En su análisis este trabajo postula que históricamente la ecología ha tenido cuatro etapas evolutivas bien diferenciadas. La primera, cuando era parte de la historia natural y contribuía descriptivamente al conocimiento de la naturaleza. En una segunda etapa, pasa a ser rama de las ciencias biológicas al contar con los elementos de la biología cuantitativa. En una tercera fase, la creación del concepto de ecosistema la transforma en una ciencia de síntesis e integración que une los conocimientos del medio físico con los del medio biológico para reconocer las interacciones existentes en la naturaleza. Por último, en su etapa actual que se inicia, debido a los alarmantes problemas que plantean las interrelaciones entre desarrollo y medio ambiente, pasa a ocupar el papel de una ciencia transdisciplinaria, vínculo entre las ciencias sociales y las ciencias naturales.

Este trabajo tiene un contexto que merece ser especificado. En toda su exposición trata de mantener presentes las relaciones entre ecología y desarrollo. Su propósito principal es presentar un panorama histórico, señalando los alcances y, sobre todo, las grandes perspectivas futuras que tiene la ecología en relación con la problemática de los estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina.

II. EVOLUCIÓN DEL PENSAMIENTO ECOLÓGICO

a) *Antecedentes en la historia natural*

El término ecología fue usado por primera vez por el biólogo alemán Ernst Haeckel en 1869, para referirse a las interrelaciones de los organismos vivientes y su medio ambiente. Sin embargo,

los orígenes del pensamiento ecológico se encuentran en los escritos de los sabios griegos.

En la época de Cristo, los hebreos reconocieron algunos principios ecológicos en forma general e incipiente,¹ como que la germinación de las semillas depende de las condiciones del suelo. En Roma, Plinio siguió la orientación naturalista de Aristóteles, clasificando plantas y animales de acuerdo con sus formas de vida y territorios, sentando las bases de la historia natural.

A partir del siglo XII se inicia un periodo de interés creciente por las ciencias naturales, y se escriben los primeros catálogos de plantas y animales.

Una época histórica de importancia para el avance de la historia natural comienza a partir de 1800, a raíz de la revolución mercantil y su consecuencia emergente, la revolución industrial, que determinaron la formación de dos nuevos procesos civilizatorios: uno para las sociedades que lograron industrializarse adicionándoles un poderío antes inimaginable y otro para las que fueron sometidas a formas de dominación cada vez más sutiles. Ribeiro (1968) señala que este proceso remodeló a cada sociedad alterando su estratificación social, las estructuras de poder y redefiniendo profundamente su visión del mundo y sus valores. Los efectos de esta nueva revolución tecnológica penetraron en todos los quehaceres de la humanidad. Consistió en el lanzamiento de las primeras bases de una futura civilización humana, que se afianzará promoviendo el acceso de todos los pueblos a la misma tecnología básica, por su incorporación a las mismas formas de ordenamiento de la vida social y por su integración a los mismos cuerpos de valores; en definitiva, a un mismo estilo de desarrollo.

Así se implanta el modelo precoz de desarrollo industrial, integrado principalmente por Inglaterra (1750-1800), Francia (1800-1850), los Países Bajos (1850-1890) y los Estados Unidos de Norteamérica (1840-1890) (Ribeiro, 1968). Estas grandes potencias multiplicaron sus expediciones a ultramar, que aunque tenían esencialmente intenciones coloniales, también se preocuparon por conocer los inventarios de las riquezas naturales de los países visitados. De esta forma, la historia natural recibe un gran apoyo para su desarrollo a partir de las primeras exploraciones florísticas y faunísticas.

A fines del siglo XIX la historia natural alcanza su máximo desenvolvimiento con los trabajos clásicos de Wallace (1823-1913) que presenta una nueva visión para el análisis de la distribución de los seres vivos y establece las bases de la teoría de la evolución al mismo tiempo que Darwin (1809-1882).

Esta época de las ciencias sentó las bases del futuro desarrollo de las ciencias biológicas y por ende de una de sus ramas principales —la ecología.

¹ Véase la parábola del sembrador, Lucas, 8:4-8.

Uno de los precursores del pensamiento ecológico fue S. A. Forbes (1887) quien, asimilando mucho de la controversia que buscaba reconocer la estructura de la naturaleza en sus estudios de la ecología de las aguas continentales, llegó a la conclusión de que un lago podía caracterizarse como un "microcosmos". Los alcances de su hallazgo, sin embargo, no fueron bien comprendidos ni transmitidos a otras ciencias naturales y sociales ensimismadas en sus propios quehaceres. Sus enseñanzas no fueron suficientemente analizadas para la formulación de nuevas formas de entender la naturaleza.

La descripción de "microcosmos" trae consigo el concepto del todo (holismo), origen del enfoque holístico, totalizante, tan escuchado actualmente (Birge, 1915). Puso de manifiesto, por primera vez en forma ordenada, las interacciones entre los distintos componentes físicos, no vivos (abióticos) y los organismos vivos (bióticos) del sistema ecológico "lago"; un pequeño mundo donde interaccionan todos los componentes del sistema y donde el proceso de la vida se despliega en toda su amplitud.

El ejemplo del lago de Forbes, de acuerdo con Thienemann (1956), puede ser resumido en los términos siguientes:

1. El espacio y la vida que componen un lago —los factores físicos y los componentes biológicos— están indisolublemente unidos; el mundo circundante (medio físico) y el mundo vivo (medio biológico) forman una unidad (medio ambiente); no se puede comprender a ninguna de las dos partes ni a los miembros de este conjunto por sí mismos, sin tomar en cuenta al todo.

2. Desde un punto de vista físico, si bien pueden distinguirse en un lago tres distritos espaciales diferentes: orilla, aguas libres y profundidad, ellos no son independientes entre sí; están dominados por interdependencias que se manifiestan a través del ciclo de la materia (nutrientes) y el flujo de energía, unificándolos en un solo sistema ambiental que los domina: el lago.

3. Cada distrito biológico está caracterizado por determinado medio, con sus respectivos factores físicos (temperatura, presión, turbidez, etcétera) y recursos, poblado por individuos pertenecientes a especies bien definidas que no viven unos junto a otros, aislados entre sí, sino unidos unos a otros por relaciones vitalmente importantes (cadena trófica, competencia, simbiosis, natalidad, mortalidad, distribución por edades, territorialidad, depredación, antibiosis, mutualismo, etcétera). De esta manera forman una comunidad biológica (biocenosis), dentro de la cual los distintos miembros se encuentran en una relación cuantitativa relativamente constante.

4. La clase y número de especies que forman la comunidad biológica de un determinado distrito espacial (biotopo = lugar de vida), dependen de las condiciones de vida, lo mismo que la intensidad de desarrollo de cada especie y la de la comunidad en su conjunto.

5. Por lo tanto, las peculiaridades químicas y biológico-nutritivas (recursos) de un determinado biotopo —que a su vez dependen de las características del lago en su totalidad— determinan la composición y el grado de desarrollo de la comunidad biológica de ese biotopo.

6. En los lagos pobres en sustancias nutritivas, el sistema ambiental se encuentra en equilibrio biológico; síntesis, utilización, degradación, mineralización y circulación se compensan en cada ciclo anual; constituye un espacio vital casi independiente, casi autárquico, una unidad biológica casi cerrada.

7. En el caso de lagos ricos en sustancias nutritivas, éstas se acumulan en el fondo por milímetros cada año haciéndose menos hondo. Las comunidades de la orilla invaden otros distritos espaciales y el lago se rellena dando paso a comunidades terrestres. Es decir, el mundo viviente del lago depende de la totalidad (medio ambiente), pero modifica a su vez el espacio vital; mundo vivo y mundo no vivo actúan recíprocamente uno sobre otro.

8. Si en el caso de un lago rico en sustancias nutritivas se sustraen grandes cantidades de materia orgánica, el lago debería hacerse más pobre en nutrientes; mas esto no sucede: las tierras que rodean al lago, ricas en sustancias nutritivas le vuelven siempre a proveer de ellas. Esto significa que un lago de esta clase no es una unidad totalmente independiente, autárquica, auto-suficiente, sino que tiene que cumplir su función en la biosfera en el marco de un todo mayor: el medio ambiente, el ámbito completo en que se encuentra, con el que interactúa y del que depende (el sistema ambiental).

Las enseñanzas del "microcosmos" de Forbes determinaron una apertura de grandes proporciones a la biología y a las ciencias naturales al sentar las bases del pensamiento ecológico. Los científicos observaron con interés creciente que el objeto de la ecología, a la vez que escapa de la rutina descriptiva de la historia natural, debía reconocer unidades de estructura de la naturaleza, semejantes a un lago. A partir de ese momento los esfuerzos se concentraron en descubrir los hechos y las leyes fundamentales de la ecología, la cual comenzó a ser entendida como la ciencia de la economía de la naturaleza.

b) El hombre como miembro y transformador de la naturaleza

El auge de las ciencias naturales a fines del siglo XIX produjo en las ciencias sociales una preocupación por el papel del hombre como miembro y como transformador de la naturaleza. En los más diversos ámbitos se tomaron posiciones bien definidas y se polarizaron los puntos de vista entre aquellos partidarios por un respeto ciego a la naturaleza: los que veían una especie de compromiso entre el hombre y la naturaleza, y aquellos que con criterio netamente antropocéntrico estimaban que el hombre, con

su carga de conocimientos científicos y tecnológicos, estaba destinado a cumplir un papel dominante sobre la naturaleza.

Surgen de esta polémica las más variadas posiciones, pero con un denominador común: se debe conocer el lugar del hombre, su función (nicho ecológico) en el proceso de la naturaleza. Esta cuestión estuvo ligada desde sus comienzos al tema fundamental del crecimiento (en los orígenes de la ciencia económica), y fue influida por la floreciente revolución industrial (nueva tecnología posnewtoniana) y los profundos cambios en la sociedad y medio ambiente mundial.

Por una parte surge el optimismo de Adam Smith (1776), el pesimismo de Malthus en su ley de la población (1846) y las críticas de Marx y Engels (Meek, 1954). En lo esencial, la problemática se circunscribe al conocimiento de las interrelaciones hombre-naturaleza-sociedad, analizada bajo distintas formas de producción, la capitalista y la socialista emergente.

En 1864 el norteamericano G. P. Marsh publicó un libro que puede considerarse como el primero de la geografía ecológica: *El hombre y la naturaleza o la geografía física modificada por el hombre*, que algunos consideran como el pilar fundamental del movimiento conservacionista (Udall, 1963; Munford, 1931). Otro americano, John Muir (1838-1914) formuló, en la misma época, una filosofía similar de conservación de la naturaleza. Tanto los planteamientos de Marsh y Muir llegaron a ser realidades políticas a través del activismo de Pinchot (1865-1947) (gobernador de Pennsylvania), y de Theodore Roosevelt (1858-1919).

La obra de Marsh puede considerarse como el primer análisis que denuncia la capacidad humana de destrucción: "El hombre ha sido dotado por la naturaleza con la capacidad de alterar irrevocablemente aquellas combinaciones de materia inorgánica y vida orgánica que a través de los tiempos habían encontrado su justa proporción y equilibrio."

Con un enfoque diferente, en Europa, Engels (1820-1895) y Marx (1818-1883), se refieren también a las interrelaciones entre el ser humano y el medio natural circundante. Marx dice que el trabajo es ante todo "un proceso entre la naturaleza y el hombre, proceso en que éste realiza, regula y controla mediante su propia acción, su intercambio de material con la naturaleza" (Marx, 1867).

Engels (1876), en su célebre artículo "El papel del trabajo en el proceso de transformación del mono en hombre", alude a ésta y otras cuestiones de importancia ecológica. Dice, "el trabajo es la primera condición fundamental de toda la vida humana, hasta tal punto que, en cierto sentido, deberíamos afirmar que el hombre mismo ha sido creado por obra del trabajo". Presenta su separación de los pensamientos naturalistas predominantes al plantear que... "el animal *utiliza* la naturaleza exterior e introduce cambios en ella pura y simplemente con su presencia, mien-

tras que el hombre, mediante sus cambios, la hace servir a sus fines, *la domina*".

La comprensión ecológica mayor de Engels la encontramos en un postulado que hasta ahora mantiene su validez: "No debemos, sin embargo, lisonjearnos demasiado de nuestras victorias humanas sobre la naturaleza. Esta se venga de nosotros por cada una de las derrotas que le inferimos. Es cierto que todas ellas se traducen principalmente en los resultados previstos y calculados, pero acarrean, además, otros imprevistos con los que no contábamos y que, no pocas veces, contrarrestan los primeros." En seguida ubica al hombre como parte integrante de la naturaleza al señalar: "todo nuestro dominio sobre la naturaleza y la ventaja que en esto llevamos a las demás criaturas consiste en la posibilidad de llegar a conocer sus leyes y de saber aplicarlas acertadamente".

Es sugerente que un año después de estos escritos de Engels, el precursor de la ecología alemana, Mobius (1877) en su trabajo acerca de una comunidad de organismos de un arrecife de ostras, formuló el concepto de comunidad biológica o biocenosis, como... "una comunidad de seres vivos constituida por un número y selección, dependientes de las circunstancias biológicas exteriores medias, de especies e individuos que se condicionan mutuamente y que reproduciéndose perduran en un espacio limitado". Con esta conceptualización primera podemos decir que se inicia la ecología como una rama de las ciencias biológicas, utiliza los instrumentos de la biología cuantitativa y se escapa de la historia natural descriptiva. Posteriormente, en las ciencias naturales, se reconoce que el profundizar en los conceptos de comunidad biológica y espacio biológico es un vasto tema. Otro precursor de la ecología alemana Junge (1885), abogó por difundir el conocimiento de la vida de la naturaleza y el de sus leyes para que llegaran a todas las capas de la sociedad.

Junto a estos planteamientos, surgieron muchos otros que desarrollaron aún más los argumentos de que el hombre no sólo es miembro integrante de la naturaleza, sino que también se encuentra, en cierto sentido, por encima de ella. Para contrarrestar la idea de *dominio* de Engels y Marx, se antepuso el concepto de que el hombre no es el *amo* de la naturaleza; ¡sería mucho decir! ¡Pero sí, es su transformador! (véase Fels, 1935; 1954). Sin duda, esta definición fue una respuesta al conocimiento que iba evidenciándose alrededor de la correlación existente entre el hombre economizante y el espacio terrestre. En especial, durante la expansión de la economía en los planos nacional y mundial hacia los nuevos territorios colonizados.

En este devenir deben reconocerse dos hechos fundamentales en la historia de las ciencias. Uno es que la ecología como parte de la historia natural y posteriormente como rama de las ciencias biológicas, no dio mayor recepción en su quehacer a los

planteamientos de los filósofos y pensadores citados (con las raras excepciones de Warming, 1909 y Friederichs, 1937) y fue desarrollándose bajo la fuerte influencia de los progresos científicos alcanzados en las ciencias naturales, especialmente en la biología cuantitativa. El otro se refiere a que ni los filósofos ni los científicos sociales profundizaron en los nuevos conocimientos que la ecología fue generando acerca de las relaciones entre los organismos, el medio físico y el medio ambiente.

c) Consolidación de la ecología (1869-1935)

La consolidación de la ecología tuvo lugar a partir de los trabajos de Möbius (1877) y de Forbes (1887) hasta la formulación del concepto de ecosistema por Tansley en 1935. En este período los científicos se concentraron en construir los fundamentos de la ecología como una de las ramas de las ciencias biológicas, siendo determinadas sus orientaciones e inclinaciones por las especialidades de las cuales ellos provenían: *los geógrafos y biogeógrafos* (Engler, 1899; de Martonne, 1925; Good 1931); *los biólogos de la población* (Lotka, 1925; Volterra 1926; Fisher, 1931; Nicholson, 1932); *los climatólogos* (Merriam, 1898; Köppen, 1940); *los zoólogos* (Haeckel, 1869; Chapman, 1931; Clements y Shelford, 1939; Allee et al., 1949); *los botánicos* (Kerner, 1896; Schimper, 1903; Warming, 1909; Del Villar, 1929; Rubel, 1930; Braun-Blanquet, 1932); *los limnólogos* (Möbius, 1877; Forbes, 1887; Thienemann, 1926); *los evolucionistas* (Darwin, 1859; De Vries, 1906; Bateson, 1913; Haldane, 1932); *los paisajistas* (Cowles, 1901; Clements, 1936); *los naturalistas* (Bates, 1895; Pycraft, 1931); *los recursistas (forestal, pesquero; ganadero; agrícola)* (Wardle, 1929; Leopold, 1933; Good, 1933; Hill, 1937). Estos grupos, desde los distintos ángulos de sus disciplinas y especialidades, contribuyeron a sentar las bases de la ecología.

En este período la atención primordial se dio a la terminología, la que en los primeros decenios causó una gran confusión debido a la profusa aparición e invención de términos. Por ejemplo (para citar sólo algunos), los términos como hábitat, competencia, clímax, disclímax, nicho ecológico, synusia, nivel trófico, ecotipos, etcétera, tardaron bastante en ganar una aceptación universal entre una enorme gama que se descartó.

Tal como se analizará en el próximo capítulo, en 1935 se introduce el término y el concepto de *ecosistema* señalando la transformación de la ecología en una ciencia de síntesis e integración que comienza a escaparse de los ámbitos biológicos propiamente tales para ir estableciendo nexos importantes con otras ciencias naturales para explicar las relaciones existentes entre los organismos y su medio ambiente.

Paralelamente, por la profunda influencia de la biología, tuvo lugar una subdivisión de la ecología, en gran parte motivada por

los antecedentes disciplinarios de sus seguidores. Surge así la *autoecología* (estudio de los organismos o especies individuales) iniciada por los fisiólogos y sistemáticos; la *sinecología* (estudio de comunidades) dominado en principio por los limnólogos; la *ecología vegetal* (botánicos) y la *ecología animal* (zoólogos) las que actualmente tienden a unificarse dado que el estudio de los animales implica necesariamente la consideración de los vegetales y viceversa; la *ecología del hábitat* (geógrafos y climatólogos); la *ecología de poblaciones* (biólogos); la *ecofisiología* o fisiología-ecológica.

Como muy bien podrá deducirse, los diversos intereses de los seguidores de la ecología en esta época de consolidación provocaron grandes confrontaciones y dificultades para el desarrollo de la ecología como tal. Esto se vio frecuentemente en los primeros intentos de formulación de una nomenclatura ecológica bien definida, en la conceptualización de los fenómenos que se iban observando y principalmente en el desarrollo y aplicación de metodologías.

En esta época puede señalarse también que la ecología superó la etapa de definición de los conceptos principales y generó sus primeros campos de aplicación hacia el saneamiento ambiental, el manejo de bosques, manejo de praderas, conservación de suelos, protección de la vida silvestre y avanzó fortaleciéndose de una manera impresionante. Se establecieron las primeras asociaciones de ecología, British Ecological Society (1913); Ecological Society of America (1915) y se publicaron las primeras revistas científicas que demostraban la madurez de la ecología; *Journal of Ecology* (1913); *Ecology* (1920); *Zeitschrift Fur Morphologie van Okologie der Tiere* (1924); *Ecological Monographs* (1931); *Journal of Animal Ecology* (1932).²

Aunque el nuevo carácter que asumió la ecología con el concepto de ecosistema le permitió ocupar un papel preponderante dentro de las ciencias biológicas también significó que algunos ecólogos comenzaran a plantearse que ella debería escapar paulatinamente de la esfera de preocupaciones de lo meramente biológico para recibir fuertes influencias e influir a su vez a otras ciencias.

Van Der Klaauw (1936) llegó a la conclusión de que la ecología por sus avances teóricos se salía del cerco de lo biológico: "Cualquier estudio de una región limitada de la tierra que considere al complejo de organismos y al complejo abiótico del medio como componente de igual valor rebasa el campo de lo biológico, por lo cual este tipo de ecología ya no constituye una disciplina biológica."³

² Actualmente se registran más de 500 revistas científicas periódicas que publican trabajos de ecología.

³ El desfase histórico de que ha sido objeto la ecología se demuestra por los recientes planteamientos de un influyente y reconocido ecólogo norteamericano.

Es interesante notar que ya antes Friederichs (1934) había planteado: "La ecología es la síntesis más elevada... de todas las ciencias naturales y se constituye en ciencia de la naturaleza. Es la teoría de las relaciones existentes entre los fenómenos naturales y de las relaciones del hombre con ellos." Thienemann (1942) insistió en que "la ecología en su etapa holográfica se sale del marco de la biología; deja naturalmente de ser una ciencia puramente biológica para convertirse en una ciencia puente", lo que subraya la naturaleza transdisciplinaria más que interdisciplinaria de la ecología.

La historia de la ecología nos demuestra que esta ciencia, por su propia naturaleza, despertó en su desenvolvimiento dos tipos de reacciones encontradas. Una, de aquellos que exigían que la ecología debía expandirse fuera de los límites de lo biológico, atribuyéndole visionariamente un valor que ninguna otra ciencia podía alcanzar para integrar y sintetizar en un marco conceptual único todas las interrelaciones existentes entre el hombre, el medio ambiente y la naturaleza. La otra implicaba dos posiciones que aún siendo diferentes convergían en mantener a la ecología como rama de las ciencias biológicas. Los biólogos que exigían que permaneciera como tal y los especialistas ajenos a la biología que insistían en que la ecología no podría ni debía pretender tratar de explicar fenómenos propios de la aplicación de conocimientos generados por sus propias especialidades (medicina, agricultura, pesquería, silvicultura, economía, arquitectura, etcétera). Ambas posiciones determinaron una reacción, que aunque motivada por distintas razones, permitió coadyuvar para que el papel más importante que le cabía cumplir a la ecología en la ciencia y sociedad fuera postergado hasta el momento en que en todo el mundo se aceptó y reconoció la existencia de una crisis ecológica y ambiental en la década de 1960 que exigió la puesta en práctica de los enfoques ya percibidos por los iniciadores y precursores de esta ciencia.

Es decir, históricamente desde 1869 hasta 1960 predominó la opinión de los biólogos y de otros sectorialistas que mantuvo a la ecología ligada a la biología haciéndose caso omiso de los planteamientos de Friederichs, Van der Klaauw y Thienemann (1930-1940).

Lo más que se hizo fue reanalizar superficialmente la raíz griega *oikos* (hogar) para destacar que indicaba un lugar en que se vive, en que se habita. Esto naturalmente implicaba organismos

americano, Eugene P. Odum, promotor de los estudios de flujo de energía y ciclaje, quien llega a esta misma conclusión en la 2a. edición de su libro abreviado *Ecología* (1975): "...ahora, el hincapié ha cambiado al estudio de los sistemas del medio ambiente; la ecología integra, por decirlo así, un enfoque concordante con el significado de la raíz de la cual proviene. Así, la ecología ha avanzado de una división de las ciencias biológicas, hasta transformarse en una ciencia principal interdisciplinaria que agrupa a las ciencias biológicas, físicas y sociales".

presentes y que los ligaban ciertas condiciones. La ecología como rama de la biología se siguió entendiendo básicamente como el estudio de los organismos, de su medio ambiente y de todas las relaciones que existan entre ambos. En este devenir nunca se explicitó que el hombre era parte del medio ambiente. Se evitaron los problemas de gran complejidad. Se avanzó a base del enfrentamiento de los problemas menos complicados, señalándose que aunque la ecología tenía la misma raíz que la palabra economía "administración del hogar", no se le había dado una definición adecuada. Ya en 1939 Wells, Huxley y Wells la habían definido "como una extensión de la economía a la naturaleza animada", pero no introdujeron al hombre explícitamente con sus complicados fenómenos económicos, sociales, culturales y políticos dentro de este marco conceptual. Sin embargo, creo que implícitamente ello estaba presente, pero no se manifestó por la cautela de los biólogos que recomendaban no entrar abiertamente en el campo de otras ciencias, menos aún las sociales y económicas.

A pesar de estas dificultades y obstáculos, cabe señalar que la ecología dentro de lo biológico logró avanzar hacia su fin. La acumulación de conocimientos permitió progresar hacia el concepto de medio ambiente, el cual comenzó a interpretarse como un complejo de factores que incluye todo aquello que puede afectar a un organismo de cualquier manera que sea. Los ecólogos, a pesar de sus limitaciones biológicas, empezaron a convencer lentamente a otros científicos acerca de la complejidad del medio ambiente destacando que la ordenación de la materia por estudiar sugería la necesidad de apoyarse mutuamente con la contribución de las distintas ciencias, utilizando un enfoque interdisciplinario y holístico si se quería llegar a un perfecto conocimiento. Esta apertura hacia otros campos del saber constituyó un gran enriquecimiento para la ecología. Puesto que tanto las plantas como los animales e incluso el hombre son organismos, y dado que el medio ambiente incluía a veces casi toda la biosfera, el objeto de la ecología inevitablemente comenzó a ser casi ilimitado.

Dentro de la academia de las ciencias biológicas cada día más orientada a la especialización y dominada por los genetistas, los biólogos moleculares, los biofísicos, los bioquímicos, esta apertura en búsqueda de la síntesis e integración del conocimiento de las distintas ciencias significó que la ecología fuese considerada por muchos años como una ciencia de segunda clase, a *soft science*, ya que su campo de acción era muy amplio y menos específico que el de otras ciencias biológicas.⁴

⁴ Al respecto es muy interesante conocer el ejemplo citado por Wilson (1977) que sucedió hace doce años en la Universidad de Harvard. En muchas universidades hasta hace 20 años no era común "hacer ecología". En las facultades de ciencias de todo el mundo, era muy infrecuente apreciar

d) *Discusión*

Lo sucedido durante la consolidación de la ecología demuestra que la comprensión inicial de las relaciones entre hombre y naturaleza y los avances de la ecología en sus primeras etapas no tuvieron el resultado deseado para que la nueva sociedad industrial meditara acerca de los efectos colaterales que sus acciones apoyadas en la nueva fuerza tecnológica producían sobre el medio ambiente. El concepto mismo de medio ambiente con el cual se trabajó no incluía al hombre y su sociedad. La exposición de conjunto del problema de la estructuración del espacio vital y económico por el hombre en su acción creadora, con todos sus efectos y consecuencias, no merecieron en esta época un tratamiento especial. Entre los factores que determinaron esta situación pueden señalarse la especialización de las ciencias, la filosofía como un quehacer dirigido a lo abstracto y la biología como una actividad científica desligada de lo social y económico.

La intervención del hombre en los acontecimientos naturales, principalmente por razones económicas, siguió aumentando en este periodo a un ritmo aceleradísimo. No se reparó, con la suficiente seriedad e interés, en los efectos negativos sobre el medio ambiente que comenzaron a evidenciarse a partir de 1900. No se dio importancia al hecho de que muchas veces no sólo se cambió el cuadro del paisaje terrestre hasta entonces conocido, sino que también se modificaron todos sus efectos de conjunto.

Sin embargo, debe señalarse que el conocimiento y la comprobación de todos los procesos de origen económico-social, que fueron y son de gran importancia para la humanidad, y sus interrelaciones con los procesos naturales, no tuvieron sino una atención muy precaria por parte de los ecólogos, salvo raras excepciones que plantearon y anticiparon la crisis ecológica actual (Marsch, 1864; Junge, 1885). Sin pecar de exagerado, puede concluirse que entre los que practicaban la ecología los mejores esfuerzos estuvieron dirigidos al fortalecimiento biológico-académico-científico de esta ciencia, sentando sus fundamentos sin acometer el gran desafío que tenía por delante ni prestar mayor atención al papel que le correspondía dentro de la ciencia y sociedad. No se hizo frente a los avances de una tecnología ambientalmente inadecuada, una forma de pensar megalómana y una actuación humana economizante que no escatimaba esfuerzos ni sacrificios de toda índole para lograr un crecimiento *per se*. No se dio mayor atención a los efectos que estas actitudes tenían sobre la potencialidad, manejo y ordenamiento de los recursos naturales para el beneficio de las grandes mayorías presentes y futuras. En el mejor de los casos las denuncias de los ecólogos aparecieron como denuncias parciales, localizadas, sin intencio-

interés alguno por incluir entre sus miembros a especialistas en el campo de la ecología.

nes mayores de cambiar las modalidades tecnológicas o los principios que estaban dirigiendo el llamado desarrollo de la sociedad.

En otras palabras, la ecología no aceptó los retos fundamentales que implicaban presentar un esquema coherente, comprensible y aceptable acerca del entendimiento de las leyes naturales que fuese seguido por la sociedad economizante dominante, tal como había sido planteado por los naturalistas, filósofos y pensadores a fines del siglo XIX. Tampoco concentró sus esfuerzos, mucho menos las otras ciencias, para demostrar la necesidad de compatibilizar el crecimiento económico con los principios de cooperación y simbiosis del hombre con la naturaleza. El espíritu fáustico dominó el pensamiento y la acción de la ciencia a fines del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX.

Es muy probable que la actitud de los practicantes de la ecología en esta época haya sido frustrada por la escasa o nula atención que daban a sus primeros hallazgos los círculos de economistas. Es explicable que se haya preferido buscar otra senda, reconociendo que esta tarea de convencimiento, comprensión y toma de conciencia no era algo fácil ni compensatoria para la ecología, sino hasta conseguir una firme consolidación científica que fuera inobjetable. Si ello determinó su aislamiento y encajillamiento en la academia biológica aún está por demostrarse promoviendo estudios más profundos de la historia de la ecología.

Tampoco debe dejarse de mencionar que la estrategia de la época para la ecología consistía en análisis simples, recién emergentes, de clara tendencia conservacionista (preocupación por la extinción de especies de flora y fauna, hábitat y paisajes), y con evidentes insuficiencias en la metodología interdisciplinaria como para acometer con éxito las diagnosis y prognosis de la situación ecológico-ambiental que la sociedad economizante iba causando. En tales condiciones, resultaba poco menos que imposible predecir científicamente las consecuencias futuras del patrón de crecimiento económico a la cual se lanzaban las sociedades modernas. Pero ello, cabe aclarar, no justifica la falta de preocupación por el problema global ni mucho menos haber descuidado los planteamientos primeros que alertaron acerca de la importancia de las relaciones entre hombre-sociedad y naturaleza que nos legaron los primeros ecólogos y los pensadores del siglo XIX. (Marx, Engels, Warning, Friederichs, Forbes, Marsh, Muir, Junge, Mobius, etcétera.)

Resulta lógico argumentar que por estas razones el pensamiento ecológico en esta etapa de su evolución se apartara de sus verdaderas metas. Por ello quizás también la sociedad, por sus sentimientos y sus costumbres, persistiera en su tendencia de considerar como carente su capacidad para modificar la estructuración de la naturaleza y sus funciones, en comparación con las fuerzas naturales. De aquí que se haya seguido hablando con

complacencia de la debilidad del hombre, que luchaba como un enano frente a la gigantesca naturaleza. Esta subestimación fue más justificada en tiempos pretéritos, pero ya comenzaba a ser superada (y no es válida hoy en día). Por intrascendente que sea la potencia física del hombre aislado, su fuerza se multiplica enormemente por la asociación y por las directrices del ingenio humano. Estas fuerzas fueron modificando radicalmente la faz de la tierra y los procesos naturales, siguiendo estilos de vida, un estilo de desarrollo y un patrón de crecimiento económico, industrial y tecnológico que penetraron en amplias regiones. De esta forma el hombre se convirtió en un gigante en comparación con la naturaleza, con un vigor antes insospechado. En lapsos cada vez menores desde comienzos de siglo (y hasta ahora) se anunciaron nuevas y sorprendentes conquistas. A partir de 1900, el proceso de modificación de la naturaleza da un brusco salto en su curva de crecimiento y hasta hoy se hace cada vez más vertical (Fels, 1954).

e) *Conclusión*

Por la sencilla razón de la magnitud y escala de esta intervención es que la sociedad toma conciencia a fines del decenio de 1940 acerca del cómo, dónde, cuándo y cuánto la civilización interfiere en el ser y en el proceso de la naturaleza, y que debe adecuarse a las consecuencias. Se comenzó a reconocer entonces que la acción del hombre sobre la naturaleza tiene límites que están determinados por las leyes de la naturaleza.

Este nuevo convencimiento significó históricamente que a la ecología se le planteara una alternativa para encauzar su acción futura: *a)* permanecer como una rama de las ciencias biológicas, arraigada a su origen en la historia natural, preocupada por dilucidar las relaciones entre los organismos vivos y su medio ambiente, sin hacer mayor hincapié en las relaciones hombre, naturaleza y sociedad; y *b)* expandir el conjunto de sus conceptos para transformarse en una ciencia, que al hacer explícitas las relaciones entre los organismos y el medio ambiente se concentraría en formular un marco conceptual holístico para explicitar las relaciones y ofrecer los instrumentos intelectuales necesarios para comprender las relaciones entre hombre, sociedad, naturaleza y medio ambiente.

Esta última alternativa significó para la ecología que debía escaparse de lo meramente biológico para desempeñar el papel de vínculo entre las ciencias naturales y sociales, una ciencia de la economía de la naturaleza; que sus unidades de estudio comprendieran tanto los complejos sistemas naturales como aquellos creados y modificados por el hombre mismo, los cuales en diversas escalas de complejidad debían reconocerse como sistemas ambientales.

Cabe señalar que ambas alternativas han sido seguidas hasta ahora por los que practican la ecología. Unos hacen prevalecer la importancia que representa el conocimiento de la flora, fauna y microorganismos y el medio ambiente. Otros destacan que frente a cada una de las intervenciones del hombre en la naturaleza se plantean siempre dos interrogantes fundamentales: ¿en qué grado influye esa intervención sobre el curso de los procesos naturales y sobre la economía general de la naturaleza de un determinado lugar? y ¿en qué grado vuelve a actuar, por intermedio de esas influencias, sobre la totalidad del medio ambiente?

A partir de esta definición de posiciones la ecología irá progresando en forma dividida entre aquellos con una orientación biológica y aquellos más interesados en reforzar sus quehaceres como una ciencia de la "economía de la naturaleza". Serán éstos últimos los que en un principio intuitivamente y luego con profundos conocimientos de causa comiencen a establecer que la tarea principal de la ecología deberá ser la integración en un enfoque holístico a las dimensiones biofísica, social, económica y cultural, aconsejando y actuando de acuerdo con esta aproximación metodológica. Su objeto, aprender a reconocer como tales las medidas perjudiciales para la naturaleza, cómo afectan éstas a la sociedad y reducirlas al mínimo. Su meta, irse transformando lenta y sistemáticamente en una ciencia de síntesis e integración para llegar a ocupar uno de los lugares más importantes en la ciencia contemporánea.

Tal como lo demuestra el estado actual de la evolución del pensamiento ecológico será al superar lo meramente biológico y formular un enfoque holístico que integre lo biofísico, social, económico y cultural, cuando la ecología logre sus mayores aportes y contribuciones al estudio y comprensión y eventuales soluciones a la problemática que plantean las interrelaciones entre desarrollo y medio ambiente.

III. EL ECOSISTEMA: UN CONCEPTO BÁSICO PARA EL ESTUDIO DE LAS INTERRELACIONES ENTRE HOMBRE, SOCIEDAD Y NATURALEZA

a) *El marco conceptual*

Desde que Forbes (1887) enunció el concepto de "microcosmos" los ecólogos comenzaron a buscar una unidad de estudio de la ecología que integrara la estructura, la función y la organización de la naturaleza. Esta unidad como concepto fue primeramente planteada por el botánico inglés, A. Tansley (1935), quien introdujo el término "ecosistema" definiéndolo como "un sistema total que incluye no sólo los complejos orgánicos sino también al complejo total de factores que constituyen lo que llamamos medio ambiente". Con la formulación de este concepto y su ulte-

rior aceptación por toda la comunidad científica (Evans, 1956), la ecología inicia su tercera fase de evolución para transformarse en una ciencia de síntesis e integración que une los conocimientos científicos acerca del medio físico y del medio biológico para explicar todas las interacciones que existen en los sistemas naturales, modificados o creados por el hombre.

En síntesis, el ecosistema es una unidad estructural, funcional y de organización, consistente en organismos (incluido el hombre) y las variables ambientales (bióticas y abióticas) de un área determinada. El término "eco" significa medio ambiente y el término "sistema" significa un complejo interactuante. El ecosistema pasa a ser la unidad de estudio de la ecología.⁵

También otros autores convergieron hacia esta conceptualización.⁶ "Ecosistema" fue el término formulado por la escuela anglosajona, en tanto que "biogeocenosis" fue el que postularon los ecólogos eslavos, aunque conceptualmente las diferencias son mínimas.⁷

Utilizando el concepto de ecosistema se demostró que en cada región geográfica podían reconocerse unidades constituidas por "biotopos" más "biocenosis"; que la comunidad biológica era la forma de vida en la naturaleza; que existía un orden de totalidad dentro de estas unidades y en la biosfera entera; se reconoció que el concepto de sistema era la forma de organización de la naturaleza; que la vida era dependiente de su medio físico; que la vida a su vez era un agente que modificaba el medio; que las unidades o sistemas ambientales que se reconocían no eran estáticas sino dinámicas con un desarrollo que era influido por las condiciones del medio y por las interdependencias que se creaban entre el medio vivo y no vivo, y que evolucionaban a otras formas a través de un proceso transformador natural —la sucesión ecológica (lago-pantano-pradera-bosque); que lo vivo y no vivo se unían a través de una circulación bien definida de materia y nutrientes; que el medio ambiente total, al fin de cuentas, dependía de una captación de la energía solar que era transmitida por

⁵ Ejemplos de tipo de ecosistemas son: el bosque tropical húmedo; un lago; los estuarios; la estepa andina; los desiertos; los asentamientos humanos, etcétera.

⁶ Los rusos Dokuchaev (1846-1903) y Sukachev (1944) usan el término "geobiocenosis"; los alemanes: Friederichs (1930) sugirió "holocoen", Thielmann (1939): "biosistema". Major (1969) presenta una excelente revisión del desarrollo histórico del concepto de ecosistema, destacando la riqueza de la terminología ecológica en diversas regiones y países, la antigüedad del concepto y los distintos esquemas conceptuales formulados en Europa y América. Cain (1966); Morgan y Moss (1965) también presentan una información complementaria revisando detalladamente conceptos y términos ecológicos.

⁷ En su formulación primera el término biogeocenosis tomó en cuenta sólo el conjunto de factores abióticos y orgánicos que definen una biocenosis, pero no implicó necesariamente la insistencia sobre los aspectos energéticos que son explícitos en el concepto de ecosistema de los anglosajones

medio de un flujo a través de todos los componentes vivos y no vivos del sistema ecológico.

b) Componentes y procesos de un ecosistema

Evidentemente, el concepto de ecosistema permitió a la ecología moderna sistematizar en un todo la estructura, la función y la organización de la naturaleza, expandiendo su objeto primero, netamente biológico, a las intrincadas conexiones entre las ciencias naturales y sociales.

Tal sistematización ha permitido distinguir siete componentes estructurales y seis procesos funcionales y de organización (Odum, 1972; Hurtubia, *et al.*, 1976).

b.1. Componentes de un ecosistema

b.1.1. Componentes estructurales abióticos o fisicoquímicos (parte no viva)

b.1.1.1. Sustancias inorgánicas (carbono (C), nitrógeno (N), anhídrido carbónico (CO₂); oxígeno (O₂), etcétera) que forman parte del ciclo de la materia.

b.1.1.2. Sustancias orgánicas (proteínas, hidratos de carbono, lípidos, sustancias húmedas, etcétera) que enlazan a los componentes bióticos y abióticos.

b.1.1.3. Régimen climático (temperatura, precipitaciones, presión, vientos, etcétera) que determinan las características de una región biológica en el tiempo y en el espacio.

b.1.2. Componentes estructurales bióticos (parte viva)

b.1.2.1. Productores o autótrofos (se nutren a sí mismos; en su mayoría son las plantas verdes capaces de utilizar la energía solar para elaborar sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas simples).

b.1.2.2. Fagótrofos (fagos = comer) o *macroconsumidores*, agrupan a herbívoros, carnívoros primarios, secundarios, terciarios, los parásitos, etcétera; animales que consumen plantas, partículas de materia orgánica u otros organismos.

b.1.2.3. Saprótrofos (sapro = descomponer) o *microconsumidores*, son los microorganismos, principalmente bacterias, hongos y algunos protozoos que desintegran los compuestos complejos, absorbiendo algunos productos en descomposición y que liberan a) *sustancias inorgánicas* que pueden ser utilizadas por los autótrofos, junto con b) *residuos orgánicos* que pueden servir de fuente de energía o que pueden ser inhibitorios, estimuladores o reguladores a otros componentes bióticos del ecosistema.

b.1.2.4. El hombre, que biológicamente es un macroconsumidor, pero que constituido en sociedad tiene un papel mucho más importante como regulador y modificador del ecosistema; está continuamente interaccionando con los otros componentes bio-

lógicos y fisiconaturales dentro de la totalidad del sistema. (Sólo en los últimos años la ecología comienza a explicitar que el hombre es un componente del sistema ecológico.)

De acuerdo con la nomenclatura ecológica los componentes estructurales abióticos determinan un espacio biológico o biótopo (*bio* = vida; *topo* = lugar) y los componentes estructurales bióticos constituyen *comunidades biológicas* o *biocenosis* (*bio* = vida; *cenosis* = comunidad). El biótopo más la biocenosis constituyen la unidad de los estudios ecológicos, el ecosistema.

b.2. Los procesos de un ecosistema

b.2.1. La cadena alimentaria, caracterizada por enlaces de alimentación o tróficos (*trofo* = comer) que relacionan a predadores con sus presas; cadenas parasitarias (parásito-huésped) y cadenas saprobióticas (materia orgánica en descomposición, saprótrofos).

b.2.2. El ciclaje de la materia, que incluye minerales y nutrientes, consistente en el intercambio de materiales entre los componentes estructurales abióticos y los bióticos, a través de los procesos cíclicos de absorción, producción, conversión, descomposición, desintegración y reabsorción (ciclo del agua; del fósforo, del nitrógeno, del azufre, del anhídrido carbónico, etcétera).

b.2.3. El flujo de energía, desde la captación de la energía solar por los autótrofos o productores: las plantas verdes (productividad primaria); su conversión y degradación de energía química por los macro y microconsumidores (productividad secundaria); implicando en cada transformación energética una pérdida de flujo hasta escaparse íntegramente del ecosistema como energía calórica, después de pasar a través de las complejas cadenas alimentarias (o tramas) que conforman los componentes estructurales bióticos (herbívoros-carnívoros-descomponedores).

b.2.4. Los patrones de diversidad, en el tiempo y en el espacio que se manifiestan dentro de la comunidad biológica y que se define por el número de especies, con sus respectivas poblaciones, el número de individuos que conforma a la comunidad y de cómo éstos están distribuidos en cada una de las especies.

b.2.5. El desarrollo del ecosistema, en particular la evolución integral del conjunto biótopo-biocenosis, a través de interacciones complejas entre todos sus componentes, para determinar el paso a través del tiempo desde un sistema simple a uno más complejo y estable (sucesión ecológica).

b.2.6. El control (cibernética) por las interacciones que se establecen entre todos los componentes del sistema, en la forma de mecanismos de retroacción negativa (*feed-back*) para asegurar la autorregulación dentro del ecosistema como un todo de complejidad organizada.

Esta clasificación, aunque arbitraria, nos permite demostrar

que los componentes esquematizan la estructura y los procesos, las propiedades funcionales, operativas y de organización del ecosistema (Odum, 1972; Hurtubia, *et al.*, 1976). En realidad el sistema conforma un todo; los componentes están tan interconectados en el proceso de la naturaleza que en la práctica es imposible separarlos; operacionalmente, por otra parte, los procesos no hacen mayor distinción entre lo biótico y lo abiótico. De esta forma, los elementos y compuestos están en un constante estado de flujo entre los estados animados y no animados de la naturaleza.

La ecología se ha desarrollado hasta ahora, en gran medida, aplicando métodos para delinear las *estructuras*; y por otra parte, aplicando formas de medición para las *tasas de función* de cada proceso. Poco se ha avanzado en dilucidar los *aspectos de organización*. El desafío actual de los estudios ecológicos es entender las relaciones entre estos tres atributos de los ecosistemas.

c) *Enfoques en el estudio de los ecosistemas*

Se reconocen dos enfoques básicos para el estudio de los ecosistemas: *el enfoque holístico* u holológico (*holos* = todo) planteado por Forbes (1887) e iniciado por Birge (1915) cuando realizó el presupuesto calórico de un lago (el primero en hacer hincapié en las relaciones operacionales de los procesos de flujo y ciclaje) y *el enfoque merístico* (*meros* = parte) utilizado por Forbes (1887) en el cual se identifican las partes del sistema y se trata de construir el todo a partir de ellas (Hutchinson, 1964). Cada proceder tiene sus ventajas y desventajas y cada uno conduce a distintos tipos de aplicaciones en términos de solución de problemas. En los últimos años (1966 en adelante), con la ayuda de la computación, el análisis de sistemas, técnicas de simulación y modelos matemáticos se han impulsado notablemente los análisis globales de los ecosistemas siguiendo un enfoque holístico.

d) *El ecosistema, un punto de síntesis*

El ecosistema es un paradigma del principio de las interdependencias. La teoría del ecosistema logró en la ecología una integración y síntesis de las diversas raíces que se manifestaron en los comienzos de las ciencias naturales y que hasta entonces constituían enfoques divergentes que habían permanecido como campos separados con una mínima teoría general que los conectara. El cambio del interés ecológico de lo descriptivo a lo funcional, apoyado por el concepto de sistema ecológico, contribuyó en forma notable a esta integración.

Es importante señalar que en todo ecosistema los procesos funcionales, como aquellos relacionados con las leyes de la termo-

dinámica (flujo de energía), son los mismos a todos los niveles de organización, pero los componentes estructurales son totalmente distintos. Por lo tanto, la diferencia real entre los niveles yace en la interacción de procesos similares con diferentes estructuras. Por ejemplo, la naturaleza bioquímica de la fotosíntesis puede ser la misma en una célula que en un bosque, pero la estructura de un bosque es tan diferente a la estructura de una célula que los estudios a nivel celular no pueden explicar la fijación energética, la homeostasis, la sobrevivencia y la evolución del bosque.

Se originan, pues, con esta profundización conceptual de la ecología alrededor de la teoría del ecosistema, nuevas definiciones para este concepto:

Las plantas, animales y microorganismos que viven en un área y conforman una comunidad biológica están interconectadas por una intrincada trama de relaciones, las cuales incluyen el medio ambiente físico, donde estos organismos existen. Estos componentes biológicos y físicos interdependientes constituyen lo que los ecólogos llaman un ecosistema (Ehrlich y Ehrlich, 1970).

Un nivel de organización superior a la comunidad es el *ecosistema*. En él se considera no sólo el conjunto total de plantas y animales en un medio ambiente, sino también la materia que circula a través del sistema y la energía que se consume para hacer funcionar el sistema (Watt, 1973).

Los organismos vivos y su medio ambiente no vivo (abiótico) están inseparablemente interrelacionados e interactúan unos con otros. Cualquier unidad que incluya a todos los organismos (por ejemplo la "comunidad") en un área dada interaccionando con el medio ambiente físico, de manera que un flujo de energía determine una estructura trófica, diversidad biótica y ciclaje de la materia claramente definidas dentro del sistema, es un sistema ecológico o ecosistema (Odum, 1973).

El ecosistema es un sistema abierto integrado por todos los organismos vivos (comprendido el hombre) y elementos no vivientes de un sector ambiental definido en el tiempo y en el espacio, cuyas propiedades globales de funcionamiento (flujo de energía y ciclaje de la materia) y autorregulación (control) derivan de las interacciones entre todos sus componentes tanto pertenecientes a sistemas naturales como aquellos modificados o creados por el hombre mismo (Hurtubia *et al.*, 1976). (Modificado y ampliado de la definición de Di Castri, 1970.)

El concepto es actualmente utilizado para referirse a cualquier nivel de un sistema organizado (desde genes-células-órgano-organismos-poblaciones-biocomunidades-sociedad humana) cuando el medio ambiente total está siendo incluido, con toda la trama de unidades y sus interacciones (Odum, 1971).

Los ecólogos, en un avance en la comprensión total del medio ambiente postulan hoy que las poblaciones, las comunidades de poblaciones de diferentes organismos, la vegetación como un sistema integrado de comunidades de plantas, las biocomunidades de sistemas de poblaciones de plantas y animales, y las sociedades humanas emergen de las dinámicas establecidas por la conducta colectiva de los organismos componentes y pueden ser vistos, en una región geográfica determinada, como subsistemas de un ecosistema.

La utilización del concepto ha sido extremadamente útil para comprender la estructura y función de la naturaleza y para basar un manejo adecuado de los recursos naturales. Asimismo facilitó y promovió el surgimiento de las principales contribuciones de la ecología, de un alto valor heurístico para otras ciencias en el desenvolvimiento de nuevas metodologías y enfoques de síntesis e integración. La ventaja es obvia, ya que ha permitido delinear en un simple marco de trabajo la jerarquía de unidades de organización, destaca la calidad de la estabilidad de un sistema y las propiedades globales de las interacciones hombre, sociedad, naturaleza y medio ambiente.

A continuación se citan los trabajos más importantes donde el ecosistema ha encontrado una aplicación precisa y constructiva: *Urbanismo* (Bookchin, 1974; Papanek, 1973; Salter, 1974; George y McKinley, 1974). *Asentamientos humanos* (Dansereau, 1975; Doxiadis, 1974; Laconte, 1976; Ward, 1976). *Geografía* (Stoddart, 1965; Brookfield, 1964; Geertz, 1963; Rappaport, 1963; Mabogunje, 1970; Riábchikov, 1976; Guerasimov *et al.*, 1976). *Ecología humana y antropología* (Steward, 1955; Bates, 1953; Hawley, 1950; Theoderson, 1961; Sargent, 1974; Moncrieff, 1970; Moscovici, 1975; Vayda y McCay, 1975; Vayda y Rappaport, 1968). *Planificación* (Sachs, 1973, 1974; Laszlo, 1972, 1974; Watt, 1973, 1974; Dror, 1964; Friedman, 1973; Calderón y Robert, 1979). *Psicología* (Barker, 1966; Robinson, 1950; Clausen y Kohn, 1954). *Energía* (Odum, 1971; Kemp, 1971; Rappaport, 1971; Givoni, 1969; Williams, 1974; McHale, 1970). *Sociología* (Goodman, 1974; Emery y Trist, 1973; Duncan, 1964). *Tecnología* (Galtung, 1976; Farvar, 1973; Rabitnovich y Rabitnovich, 1975; Sasson, 1974; Schumacher, 1973; Meadows *et al.*, 1972). *Educación* (Stap, 1975; Trent, 1972; Emmelin, 1977). *Comunicación* (Sandam, 1974; Giacomini, 1976; Rhiney, 1972). *Medicina* (Dubos, 1968; Baker, 1966; Armelagos y Dewey, 1970; Cockburn, 1961; May, 1960; Newman, 1962; Scrimshaw, 1964). *Economía* (Kneese, 1971; Kneese y Bower, 1968; Kutrilla, 1970; Torres y Pearce, 1979; Tinbergen *et al.*, 1976; Tamames, 1977; Ramsay y Anderson, 1972; Pearce, 1976; Boulding, 1966; Johnson y Hardesty, 1971). *Conservación* (Usher, 1973; Cragg, 1968; Dassman, 1968; Mossman, 1974), etcétera.

Una contribución fundamental de la ecología en este proceso

conceptual ha sido la brindada a las ciencias aplicadas, en particular al manejo de los recursos en distintos tipos de ecosistemas humanizados para hacer posible una producción regular y sostenida que beneficie en términos equivalentes a la protección ambiental, a la conservación de la naturaleza, que cubra las necesidades de la población y asegure un proceso de desarrollo sostenido a largo plazo.

Paralelamente a estos avances puramente técnicos y científicos han surgido aportes, aunque su aplicación ha sido escasa por diversas razones que tienen una gran potencialidad para la formulación de políticas y la toma de decisiones relativas a la preparación de planes de ordenación del territorio como parte del desarrollo integral de una región. En estos casos el enfoque ecológico ha permitido integrar todas las variables dentro de un complejo sistema de interacciones biofísicas, sociales, culturales, políticas y económicas. En otras palabras, la ecología, con el concepto de ecosistema, entrega un marco de trabajo, una unidad para que los esfuerzos científicos tanto empíricos como técnicos, aplicados o puros, de planificación local o regional, estén dirigidos a la creación de un sistema de utilización racional de los recursos en beneficio del hombre y el desarrollo de su sociedad. Consideran los límites externos e internos de la biosfera para mantener a largo plazo el funcionamiento óptimo de ecosistemas humanizados que aseguren una protección ambiental eficaz. De esta forma la estrategia para armonizar las relaciones entre hombre, sociedad y naturaleza, queda caracterizada por una protección, conservación y mejoramiento de ecosistemas humanizados.

El concepto de ecosistema se constituye así en el instrumento intelectual más importante de la ecología y su reconocimiento por la comunidad científica ha adquirido gran trascendencia con el correr de los años. Puede plantearse que el ulterior desarrollo y expansión del concepto ha determinado la evolución de la ecología hacia una ciencia transdisciplinaria: "la nueva ecología".

En resumen, con el concepto de ecosistema, el pensamiento ecológico ha hecho su contribución más profunda y valiosa al conocimiento humano.

IV. PERSPECTIVAS DE LA ECOLOGÍA EN LA CIENCIA Y LA SOCIEDAD ACTUALES

a) *Una ciencia de síntesis e integración*

La formulación del concepto de ecosistema y su amplia aceptación en los círculos científicos determinó que la ecología se transformara en una ciencia de síntesis e integración que paulatinamente ha ido alejándose del campo estrictamente relacionado con la biología. En este desenvolvimiento se han ido superando

poco a poco las deficiencias fundamentales que ocurrieron en la historia de esta ciencia. Entre ellas puede destacarse que sus estudios iniciales no tenían una unidad precisa, los ecosistemas; no se explicitaba que el hombre, con todos sus valores socio-culturales, era parte de los sistemas ecológicos y no se dio suficiente atención a su papel en la ciencia y sociedad, ignorándose los esfuerzos de profundización que plantearon los precursores del pensamiento ecológico.

Sin duda, el ecosistema ha permitido superar en buena medida estas restricciones que fueron las causantes principales del notorio retardo que tuvo la ecología para participar en los asuntos humanos y aportar al florecimiento de nuevos enfoques en otras ciencias, especialmente las sociales y económicas.

El concepto de ecosistema determinó también la aparición de nuevas definiciones para la ecología. Para algunos comenzará a ser "el estudio de los ecosistemas" (Margalef, 1974), otros la definirán como el estudio de la estructura y función de la naturaleza (Odum, 1972). En lo que todos llegan a concordar es que ninguna investigación será realmente completa si no se lleva a cabo a nivel de ecosistema. Esto fortaleció la tendencia de recurrir al conocimiento y a las especialidades generadas en otros campos de la ciencia.

La principal transformación tuvo lugar a mediados del decenio de 1950 de ciencia fragmentada a una con especial interés unificador en el estudio de sistemas. El logro más significativo de esta época fue la aplicación del concepto de ecosistema como un nivel de organización en la naturaleza con sus aspectos únicos de estructura, función y organización (Evans, 1956). Otro avance importante fue lograr la capacidad de tratar cuantitativa y experimentalmente los sistemas ecológicos como unidades bien diferenciadas. Esta superación se debió a varios factores. Un paso previo necesario fue el desarrollo de un conocimiento preciso y sutil sobre el medio físico. Otro fue el desarrollo de un instrumental que hiciera posible llevar el laboratorio al campo, siendo esto facilitado por el gran avance de la expansión tecnológica conseguido en la segunda Guerra Mundial. Por último el estudio de los ecosistemas se facilitó enormemente por el desarrollo de la computación, la cual hizo posible manejar complejos conjuntos de variables en un contexto de sistemas.

i) *El ecosistema: humano y total.* Varnadsky (1945) y Theilhard de Chardin (1955) introdujeron el término noosfera para referirse a la esfera pensante creada por el pensamiento humano y que ha penetrado en todos los confines de la geosfera (pirosfera, litosfera, hidrosfera, atmósfera, cosmosfera) y de la biosfera. Varios ecólogos han prestado especial atención a este concepto y lo que él implica en las dimensiones del ecosistema total (Dansereau, 1966). Se acepta hoy que el conjunto de geosfera, biosfera y noosfera, conforma el ecosistema global o ecosfera.

Desde este punto de vista, el hombre no trasciende a la naturaleza y con todos sus atributos humanísticos la sociedad puede ser vista como un tipo particular de sistema ecológico. Para entender por qué al hombre no se le ha considerado como componente de un ecosistema hay que señalar que sus sistemas de población han estado dominados completamente por una visión antropocéntrica. Los aspectos biológicos de la conducta, la estructura demográfica de sus poblaciones, los procesos de la naturaleza y la evolución de la biosfera, han tenido históricamente un lugar secundario frente a las preocupaciones por las artes, la religión, la política y los sistemas sociales. Actualmente se verifica un cambio debido a la aparición de un nuevo análisis integral que persigue explicar la creciente capacidad del hombre para alterar su ecosistema global (contaminación, degradación de ecosistemas, plaguicidas, radiactividad, etcétera).

Se reconoce actualmente que los actos del hombre deben ser vistos como procesos a nivel de ecosistemas en un nuevo orden de organización que Egler (1970) ha conceptualizado como el de ecosistema humano o la unidad del "hombre más su medio ambiente total". En este devenir, la ecología operacionalmente empieza a integrar a un número cada vez mayor de conocimientos generados por otras ciencias y tendrá como responsabilidad asegurar el óptimo funcionamiento y organización de nuestro ecosistema humano total. En términos muy generales sus áreas de acción pueden resumirse en dos dimensiones fundamentales: a) el hombre en sí mismo, la sociedad y sus formas de relacionarse con la naturaleza, y b) el medio ambiente total y sus alteraciones.

Esta conceptualización pone de manifiesto dos hechos de importancia histórica en la problemática ambiental. La sociedad y la ciencia estuvieron largo tiempo confiadas en la posición del hombre frente a los otros elementos del medio ambiente, como un ente independiente y dominante. Actualmente la llamada crisis ambiental, de naturaleza biológica y ecológica, determina un cambio de actitud y el deterioro ecológico se considera como un fenómeno contemporáneo cuyas causas, y quizás la verdad de su solución, radiquen en las esferas político-sociales y socioeconómicas.

En el enfoque de ecosistema humano total el término "*medio ambiente*" encuentra un marco conceptual preciso que contribuye a la puesta en práctica de un enfoque holístico más acorde con la complicada problemática que en él se conjuga.

Cuando se habla de medio ambiente la atención debe referirse al hombre en sí mismo, en su relación total con los otros hombres y con los demás componentes del ecosistema humano total. Aquí no sólo los factores físicos y biológicos del ambiente externo al hombre deben ser considerados sino también las coacciones con los otros hombres, de tal manera que las consideraciones eco-

nómicas, sociales, políticas y culturales llegan a ser predominantes.

En este nuevo contexto la influencia creciente de las actividades productivas y de las ciencias sociales se hace cada vez más fuerte y surgen la ecología energética; la ecología cultural o antropológica; la ecología social o ecología humana; la ecología de la radiación (debido a los avances de la energía atómica y sus aplicaciones); la ecología de sistemas (aplicando el análisis de sistemas); la ecología genética; la ecología microbiana; la ecología del paisaje; la ecología urbana, etcétera, que siguen las pautas de las disciplinas que le dan su denominativo a la ecología.

Esta contribución de las ciencias sociales y la evolución misma de la sociedad industrializada, con una tecnología cada vez más compleja y con un instrumental más y más exacto, aceleraron notablemente la apertura de la ecología hacia otros campos del saber. Esto ocurrió no sólo como una necesidad de la ecología para consolidarse como ciencia del estudio de las interrelaciones entre los organismos y su medio ambiente, sino también en una medida importante para responder a las urgentes necesidades de explicación científica que demandaban las crecientes modificaciones del hombre sobre el medio.

A pesar de ello, como en muchas otras ciencias, faltó (y aún falta) un examen filosófico de la ecología; de sus problemas, métodos, técnicas, estructura lógica, resultados generales, etcétera. La superficialidad para mostrar la presencia en otras ciencias anuló el estudio de las implicaciones filosóficas de su quehacer, el examen de las categorías e hipótesis que intervienen en la investigación ecológica o que emergen en la síntesis de sus resultados.

A pesar de estas flaquezas la ecología ha logrado llegar a ocupar un lugar importante en las ciencias debido a su contribución cuando hizo hincapié y señaló la necesidad del enfoque holístico y demostró el valor de la síntesis e integración del conocimiento. El mismo entendimiento del ecosistema fue heurísticamente preparando nuevos rumbos para orientar sus preocupaciones hacia el entendimiento de sistemas, analizando los niveles de organización más allá de los organismos y las especies.

Esta situación ha provocado en los últimos años una polémica relativamente importante para definir qué es la ecología, quién habla de ecología, cuál es la contribución que la ecología puede hacer al desarrollo y quién puede ser llamado ecólogo.

Las personas entrenadas en otros campos de las ciencias, rápidamente están inmersas en la ecología por razones obvias ya que los problemas ambientales surgieron en los más diversos sectores de las actividades humanas. La ingeniería civil, la agronomía, la arquitectura, la ingeniería sanitaria, la economía, figuran entre aquellas que comienzan activamente a formar parte de la evaluación de los efectos ambientales derivados de las acti-

vidades humanas. Este acontecer ha motivado que algunos de los profesionales de estas ciencias, por el hecho de haber participado en equipos multidisciplinarios y debido al adiestramiento recibido y a la experiencia práctica acumulada, lleguen a ser considerados como ecólogos profesionales. De esta forma ha ocurrido que incluso en las ciencias el que habla de la ecología puede resultar ser un especialista formado en otros campos de la ciencia admitiéndose como implícito que él puede hablar tan competentemente como cualquier otra persona.

La pregunta básica que emerge de esta cuestión es: ¿La ecología es o no una disciplina, una ciencia específica? Como se presenta en este documento, por supuesto, la ecología es una disciplina científica única, la cual no podría haber sido desarrollada por ninguna otra disciplina o profesión. El rápido desenvolvimiento de los conceptos ecológicos en los últimos 45 años y sus penetraciones en otras disciplinas y en la conciencia del gran público, conjuntamente con sus yuxtaposiciones sustantivas con otros campos, ha determinado que aparezcan dificultades de tipo semántico bastante graves.

En primer lugar hay que diferenciar los significados de las palabras *ecología* y *medio ambiente*. El término *medio ambiente* es mucho más amplio que el de ecología; incluye casi a todas las disciplinas que tienen algo que ver con nuestro medio, tales como la ingeniería sanitaria, la economía, la geografía, el urbanismo, la salud pública, etcétera. Por el contrario, la ecología es el campo del conocimiento humano que está esencialmente preocupado con las interacciones entre el hombre y el medio ambiente (natural, modificado o creado por él) total.

Los ingenieros, los planificadores, los economistas, los arquitectos, los científicos políticos y los ecólogos están interesados en los problemas ambientales. Por lo tanto, todos son ambientalistas. Pero desde un punto de vista disciplinario no tiene ningún sentido llamar ecólogo al ambientalista o viceversa. En principio, la ecología trata con aspectos transdisciplinarios; trata con interrelaciones y es por lo tanto una ciencia de síntesis; es una ciencia de ecosistemas la cual fue y continúa siendo desarrollada conceptual, experimental y cuantitativamente por ecólogos. Esto, como se ha dicho anteriormente, comprende la estructura, la función y la organización de los ecosistemas; sus atributos de ciclo de minerales, el flujo de energía, los niveles tróficos, los mecanismos homeostáticos de automantenimiento y control, y la dinámica del desarrollo. En la práctica de estos conocimientos se han hecho evidentes las diferencias entre un bosque tropical y un bosque templado; se han dado elementos de juicio para cambiar la noción del hombre que consideraba que los sistemas naturales eran zonas de desechos y resumideros a otra totalmente distinta que demuestra que son sistemas con balances ecológicos muy intrincados de alto valor biológico y económico. Dificil-

mente pudiera pensarse en otra ciencia con posibilidades de haber alcanzado estos logros.

En segundo lugar, debe insistirse en la necesidad de que los gobiernos y sus instituciones adopten las contribuciones únicas de la ecología en un grado mucho mayor dentro de sus procesos de toma de decisiones. Para ello, más ecólogos deben ser formados, entrenados y empleados. La relación actual de un ecólogo por 100 o 1 000 profesionales en otros campos del saber o sencillamente ningún ecólogo, no es el balance más inteligente en términos de las necesidades de la sociedad latinoamericana.

ii) *Los problemas de definición.* Hasta ahora no existe una definición de ecología que incluya todas sus principales características, que claramente separe a la ecología de otras disciplinas, que sea expresada en el lenguaje común, que sea aceptable por la mayoría y que sea aplicable dentro de todos los contextos.

Existen dos razones que explican esta situación: *Primero*, los distintos grados de aceptación por las otras disciplinas y el público. Incluso en la década de 1960 cuando la ecología tuvo un periodo de rápida expansión por el trabajo de Raquel Carson (1962), se dieron casos de rechazo para aceptar la ecología como un campo de estudio disciplinario distinto a otras ramas de la biología. No se contrataban personas cuya profesión fuera la de ecólogo. En la mayoría de las universidades latinoamericanas no existían cursos de ecología. Más aún, a las otras disciplinas y al gran público la palabra ecología les era totalmente desconocida. Al final del decenio de 1960 la mayoría de la comunidad científica aceptó a la ecología como una disciplina separada y en los últimos diez años los medios de comunicación y el gran público han adoptado la palabra con distintos grados de comprensión y significado. El término pasa a ser un tema, una expresión manida. Ocurren abusos y mal uso de la palabra con los más distintos propósitos; sufre todo tipo de connotaciones tanto de fabricantes, de propagandistas y de activistas políticos. Por esta razón, los ecólogos tratan con ahínco de evitar que la ciencia de la ecología se transforme en una ciencia de tertulia de café. La publicación de libros bien documentados ha surgido como una necesidad para contrarrestar los numerosos libros de variedad casi truculenta, cuya mayoría son los únicos que se traducen en la América Latina. A cada momento es menester señalar que la ecología, considerada como ciencia al estilo tradicional, tiene diversas implicaciones muy interesantes, de nervio intelectual indudable, que corren peligro de ser desfiguradas y utilizadas como argumento de causas muy dudosas. (Por cierto tres problemas básicos que enfrenta la humanidad son ciertamente de naturaleza ecológica: el aumento de la población, la limitación de los recursos y la contaminación.)

Segundo, para muchos la diferencia fundamental entre los ecólogos y el resto de los especialistas radica en el entrenamiento

profesional y en la perspectiva filosófica para considerar ecosistemas totales. Por ejemplo, no es cierto que un especialista haga ecología si es que sólo se preocupa de las altas concentraciones de nutrientes y cómo puede dispersarlas para que no se presenten problemas de alta ocurrencia de algas. Por contraste, ante un caso así, el ecólogo se preocupa del ciclaje de nutrientes a escala del ecosistema, incluso de dónde vienen y qué sucederá con ellos después de dispersarlos. Les interesa también conocer cómo las desviaciones en los ciclos naturales, provocados por la modificación del medio, pueden afectar a las poblaciones de plantas y animales, incluidas las poblaciones humanas. En general, los especialistas se preocupan sólo de las altas tasas de concentración de bacterias y cómo ellas pueden afectar a los seres humanos. Los ecólogos no sólo se preocupan de esto, sino también de los efectos que estas concentraciones de bacterias pueden tener sobre los niveles de oxígeno en arroyos y lagos para conocer cómo estos niveles podrían afectar a las poblaciones de peces; cómo estos cambios afectarán la industria pesquera, a los consumidores humanos y a la economía. En fin, para cada una de las ciencias ambientales, podría hacerse un examen similar delineando las cualidades específicas de la ecología, que de esta manera llega a entenderse como una ciencia transdisciplinaria.

Ampliando la definición de Jordan (1975) podemos postular que la ecología es el estudio de los ecosistemas (incluidos el hombre y su sociedad) en su integridad. Particularmente se preocupa de estudiar el flujo y ciclaje *total* de elementos químicos, de la energía, el agua y otros recursos en una localidad definida en el tiempo y en el espacio. Destaca las interacciones de estos flujos y ciclajes *totales* con las poblaciones biológicas (flora, fauna y microorganismos) y humanas que viven en el área y señala *todos* los efectos de las actividades del hombre sobre los ciclos, flujos y poblaciones biológicas, y cómo éstos a su vez determinan un sistema ecológico-ambiental, al cual el hombre, reconociendo las leyes que lo rigen, debe orientar y adaptar el desarrollo integral de su sociedad.

De acuerdo con esta definición, el pensamiento ecológico actual consiste en reconocer y dar alto valor al principio de las interacciones e interdependencias entre elementos que se encuentran definiendo una situación o una realidad en un tiempo y espacio determinados. Trata de reconocer interrelaciones para explicar fenómenos que a veces trascienden al espacio mismo y pueden remontarse en la historia. Lo "ecológico" es sinónimo de lo "sistémico" en su acepción más moderna, ya que la ecología aporta el rico concepto de "sistema ecológico" para reconocer la estructura, función y organización de la naturaleza. El ecosistema, incluyendo al hombre, constituye como unidad de estudio el vínculo más importante para relacionar los componentes bióticos (~~flora~~-fauna microorganismos) y los componentes abió-

ticos (físico-químicos-climáticos) e integrarlos holísticamente con los componentes bio-socio-culturales que caracterizan a las sociedades humanas. El conocimiento de las interdependencias, interacciones, y atributos de organización de todos estos componentes para conformar una situación ambiental dada, definida en el tiempo y el espacio, representa el objetivo fundamental y esencial del pensamiento ecológico. Si aceptamos este razonamiento veremos que este enfoque que subyace en el pensamiento ecológico sobrepasa los límites mismos y los alcances de la ecología clásica y la transforma en una nueva ciencia transdisciplinaria, en un vínculo entre las ciencias sociales y las ciencias naturales. El concepto de ecosistema y el enfoque holístico serán sus principales instrumentos para explicitar las complejas relaciones e interacciones que se establecen entre población, recursos, medio ambiente y desarrollo.

De esta forma el pensamiento ecológico se distingue de las otras formas de pensamiento que analizan al hombre, a la naturaleza o a la sociedad (en sus distintos niveles y acepciones) de una manera sectorial, específica e incluso a través de especialidades determinadas.

iii) *Desafíos y dificultades.* La ecología tiene el gran desafío, mayor que nunca, de presentar a los gobiernos, a la industria, a la economía y al público en general sus capacidades únicas y los aspectos sustantivos de su quehacer. A menos que se avance rápidamente en este sentido y en forma eficiente, podría verse opacada por otras disciplinas. Por otra parte, no debe olvidarse que su aceptación está muy lejos de haber sido completa. Por ejemplo, sólo muy pocos ecólogos están siendo formados en América Latina, casi ninguno trabaja en los organismos y en las instituciones de gobiernos encargados de tratar continuamente con problemas ecológicos. Lo mismo sucede en la industria, en las oficinas de planificación o en las de programación económica.

Entre las dificultades cabe señalar la falta de distinción entre la investigación ecológica básica —que da la sustancia— y la aplicación de la ecología a problemas específicos y a las necesidades humanas —que le da vida. En el campo de las publicaciones científicas, la ecología es hoy suficientemente fuerte. Sin embargo, en el campo de sus aplicaciones aún es débil ya que ellas suceden, en la mayoría de los casos, dentro de contextos muy diferentes donde los problemas prácticos están definidos por un conjunto de factores institucionales, políticos, culturales, económicos, sociales, etcétera. Esto requiere un conjunto diferente de normas y patrones de conducta. Dado que el propósito fundamental es social y político, los problemas prácticos llevan a la ecología hacia el público y hacen al público parte de ella.

La ecología ha evolucionado muy rápidamente en las últimas dos décadas; primero se ha transformado en la ciencia sutil de los ecosistemas, y de allí ha pasado a ocupar una posición cen-

tral en los problemas de la sociedad actual. Este rápido desarrollo le ha acarreado muchos problemas aunque también múltiples oportunidades. Se delinean así varias pautas para la acción, con un denominador común: seguir la ruta de utilizar los conocimientos generados por la ecología para la humanidad. Es decir, los ecólogos están cambiando en los últimos años de una participación meramente denunciante, negativa, de adversarios, a una nueva posición predominantemente positiva. En América Latina encontrará su principal razón de ser al contribuir a formular un proceso de desarrollo que sea armónico con la naturaleza, que optimice de una manera sostenida el uso de los recursos naturales contenidos en los ecosistemas y que minimice los actos de las actividades humanas sobre el medio ambiente en general.

b) El papel de la ecología en los asuntos humanos

En los últimos 15 años, el interés del público y de las ciencias sociales por los asuntos ambientales y ecológicos ha aumentado de manera considerable. En la prensa, como en la publicación de libros, este interés está manifiesto día a día. Sinclair (1973) indica que sólo en Estados Unidos, en 1972, se publicaron más de 300 libros sobre medio ambiente, ecología y contaminación. Las actividades en los campos de la educación e información han florecido notablemente. Las denuncias por distintos problemas ambientales van apareciendo regularmente en los medios de comunicación y los términos "medio ambiente" y "ecología" llegan a ser (a menudo en forma distorsionada) un lugar común en la cultura popular.

La primera manifestación de la ecología en la palestra política internacional tuvo lugar a fines de 1969, cuando la delegación sueca ante la Asamblea General de las Naciones Unidas presentó la propuesta de realizar la primera conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano. La propuesta se aprobó con el decidido apoyo de las naciones industrializadas occidentales. Para los países en desarrollo el tema no se reconocía como de alta prioridad entre los complejos problemas del crecimiento económico y el desarrollo social. Tal como lo demostraban los intereses de los países industrializados, las principales preocupaciones alrededor del tema se referían a los niveles avanzados de contaminación de las grandes metrópolis, la contaminación de los océanos, de las aguas y de las implicaciones internacionales que estos problemas traen consigo. No será sino hasta una etapa avanzada de la preparación de la conferencia cuando los países en desarrollo establezcan sus prioridades ambientales y ecológicas en el contexto más amplio de las interrelaciones entre el proceso de desarrollo y medio ambiente (Doc. A/CONF.48/10). En este documento se presentan los resultados de la Reunión sobre Desarrollo y Medio Ambiente, que se realizó en Founex, 1971.

Este informe de Founex fue ampliamente discutido en seminarios regionales para los países en desarrollo y constituyó el primer intento de situar la preocupación por los problemas ecológicos y ambientales en la debida perspectiva del desarrollo, o sea en el contexto de las necesidades urgentes y apremiantes de los países en desarrollo. En él se plantea por primera vez la necesidad de una nueva dimensión de la estrategia para el desarrollo. La conferencia se llevó a cabo en Estocolmo del 5 al 16 de junio de 1972, y no contó con la participación de los países del bloque soviético. La etapa de preparación de la conferencia despertó el más vivo interés de la comunidad internacional y por primera vez amplios sectores de la sociedad, individual u organizadamente, hacen presentes sus puntos de vista con respecto a los problemas bajo consideración.

Mucho antes que se concretara esta acción por parte de la comunidad internacional, el interés por los problemas ambientales había originado que se formara un "movimiento ambientalista" en los países industrializados, que algunos llaman "el movimiento ecológico" (Munson, 1972). Otros incluso reconocieron la aparición de "un nuevo movimiento conservacionista" (Robinson, 1969; Fleming, 1972). En el plano político estos movimientos provocan, la mayoría de las veces, más confusión y dificultan la acción. Novick (1974) reconoce que la dificultad más grande para tratar los asuntos ambientales es discernir entre la muy variada diversidad de ideas disparatadas y posiciones ideológicas que han sido denominados conjuntamente como "movimiento" por los medios de comunicación. En América Latina, cabe hacer notar, este proceso de formalizar un movimiento "ambientalista" al estilo de las sociedades industrializadas no ha tenido lugar. Salvo la participación de académicos de la ecología, de investigadores, de algunas organizaciones no gubernamentales y de estudiantes latinoamericanos en Estados Unidos y Europa, las raíces de la problemática ambiental durante el periodo 1968-1973 no profundizaron ni penetraron en los intereses del gran público, cuando menos en la misma medida de lo que estaba ocurriendo en los países industrializados.

A partir de 1972 las preocupaciones ambientales, como resultado de la Conferencia de Estocolmo comienzan a adquirir mayor trascendencia. No debe olvidarse que en esa ocasión 113 Estados aprobaron la histórica Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, que respondió a la "necesidad de un criterio y principios comunes que ofrecieran a los pueblos del mundo inspiración y guía para preservar y mejorar el medio humano". En esta declaración la conceptualización ecológica, el concepto de ecosistema en particular y la definición de las interacciones entre ecología, medio ambiente, sociedad y desarrollo fueron por primera vez reconocidas por la comunidad internacional.

En este proceso surgen en la América Latina varias facciones bien definidas como respuesta a la problemática ecológica. *Los conservacionistas*, cuyo interés principal es mantener el medio ambiente natural libre de cualquier alteración por parte del hombre. *Los utilitaristas*, que plantean que el medio ambiente natural debe ser usado sabiamente, gobernado con cuidado y renovado en forma adecuada. *Los desarrollistas*, que postulan que los problemas de la contaminación son sinónimo de crecimiento industrial, que la degradación de los ecosistemas puede ser resuelta con nuevas tecnologías, que lo importante es crecer a toda costa para ocupar un lugar importante en la economía mundial y que los problemas ambientales podrán resolverse más tarde paulatinamente. *Los indiferentes*, que plantean que ellos sólo se preocupan de la ciencia, la economía, la ingeniería, etcétera: ("es mi preocupación y ocupación fundamental, lo demás no es asunto mío"), generan la dicotomía actual entre sociedad, naturaleza y medio ambiente. *Los entusiastas*, neoprogresistas, que al comprender los problemas ambientales y ecológicos se sienten preocupados y comienzan a trabajar en la resolución de problemas concretos, participan en actividades aplicadas y ofrecen soluciones paliativas. Éstos, por ejemplo, se preocupan de los problemas de los fertilizantes, mejoran la calidad del aire o de las aguas de sus países; pero siguen trabajando en las mismas relaciones sociedad-medio ambiente que han generado problemas y por lo tanto sus esfuerzos no pueden ser muy fructíferos. *Los apocalípticos* son muy pocos en la América Latina; tienen bastante eco en los medios de comunicación, sobre la base de datos parciales aunque reales en materia de contaminación y destrucción de ecosistemas, hacen proyecciones catastróficas acerca del futuro de la región en materia de recursos forestales, suelos, crecimiento de la población, etcétera. *Los revolucionarios*, de actitudes anti-capitalistas; la contaminación, las alteraciones ecológicas no les conciernen urgentemente; antes que nada debe lograrse la liberación política, económica y cultural. Después, en la nueva sociedad, se resolverán los problemas anteriores dentro de la nueva estructura. Esta posición es comprensible y fácilmente compartida, pero deja sin resolver el caso de las tecnologías disponibles. ¿Serán las mismas las que se utilizarán para elevar los niveles de vida?; de ser así ¿qué consecuencias tendrá tal aplicación? *Los éticos*, partidarios de un estado estacionario diferente al crecimiento cuantitativo infinito colocan en un lugar muy importante los placeres espirituales que brinda la naturaleza en lugar de los bienes materiales que de ella se obtienen. *Los estilistas*, que buscan la formulación de estilos alternativos de crecimientos económico y estilos de vida que generen un nuevo tipo de tecnologías y formas de relación entre hombre y naturaleza que sean compatibles con una protección ambiental y que aseguren la completa satisfacción de todas las necesidades de la población humana por

medio de un eficiente crecimiento económico con amplio desarrollo social, etcétera.

Estas distintas facciones se sobreponen lógicamente en muchos casos en los hechos, pero es útil hacerla para reconocer la capacidad de respuesta existente en la América Latina en relación con la problemática ambiental dentro del contexto de los asuntos humanos, en particular del proceso de desarrollo.

A diferencia de otros fenómenos sociales y políticos, la preocupación por las consecuencias ecológicas y ambientales de las actividades humanas ha ido logrando diversos éxitos en el plano mundial, regional y nacional. En el plano internacional los gobiernos estuvieron de acuerdo en crear después de la Conferencia de Estocolmo una secretaría, un consejo de administración y un fondo voluntario para asegurar la aplicación del plan de acción aprobado en Estocolmo. Se promueve de esta manera un Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente, cuya responsabilidad será introducir las consideraciones ambientales dentro del sistema de las Naciones Unidas y cooperar con los gobiernos, organismos intergubernamentales y otras instituciones en actividades dirigidas a la protección y mejoramiento del medio ambiente.

En seguida, numerosos países comienzan a adoptar legislaciones relativas al medio ambiente, introducen arreglos institucionales para encarar la problemática ambiental; se establecen así consejos interministeriales, comisiones nacionales, subsecretarías de Estado, institutos nacionales para el medio ambiente e incluso en algunos países se crean nuevos ministerios. El abanico de respuestas institucionales y legales es variadísimo y refleja en cierta forma el enfoque y el grado de interés que las respectivas naciones conceden a la problemática ambiental.

Todo este acontecer ha significado que tanto las ciencias ambientales como la ecología sean requeridas para ocupar un nuevo lugar, entregando los conceptos fundamentales, las metodologías y los análisis necesarios para responder a las nuevas exigencias planteadas por los encargados de formular las políticas y la toma de decisiones.

De esta forma, el decenio de 1970 ha presenciado la formulación de nuevos enfoques para el tratamiento de los recursos naturales, los asentamientos humanos, la energía, los ecosistemas terrestres, los océanos, la educación, los sistemas de información, la alimentación, la contaminación, la población, la ciencia y tecnología, etcétera. Se llega a postular un nuevo tipo de desarrollo, "el ecodesarrollo", inspirado en la ecología (Sachs, 1973). Cada uno de estos enfoques, tanto en los países industrializados como en los en desarrollo, han tenido detrás una ideología determinada y pueden ser diferenciados dentro del contexto de una "política del medio ambiente" o una "política de la ecología".

El fenómeno del movimiento ambientalista ha sido objeto de

rigurosos análisis por parte de sociólogos y antropólogos. Como todo movimiento social merece presentarlo a modo de ejemplo para ajustar la polémica que ha suscitado en diversos sectores. La mayoría de los científicos que son críticos a este movimiento apuntan justamente al desorden en la presentación de las ideas, a la confusión creada para entender la gran validez que tiene la ecología en la actualidad. En suma, los *ecofreaks* le han hecho más mal que bien a la transformación y aceptación de la ecología como ciencia transdisciplinaria y a la causa ambientalista.

Hawley (1973), criticando a los ambientalistas americanos ha dicho: "las preferencias personales, las predilecciones estéticas y la relación de los juicios morales con los principios científicos difícilmente serán de alguna utilidad a la ecología", y a la búsqueda de soluciones, podría agregarse. La exageración de las propuestas conservacionistas son ridiculizadas por Meier (1973): "las versiones populares de la ecología han llegado a ser el dogma de esta nueva religión y la vida silvestre es su catedral".

Son muy interesantes los trabajos de Maddox (1972), Coale (1970), Marx (1970), Jahoda (1973), que analizan los puntos de vista del movimiento ambiental para con el hombre, su sociedad, la naturaleza y el crecimiento económico. Con respecto al concepto de "la naturaleza lo hace mejor" podemos señalar que han aparecido críticas tanto dentro como fuera del movimiento. Commoner (1971) señaló que ésta podía reconocerse como la cuarta ley de la ecología. Dubos (1973) ha dicho que esto es un poco más que una tautología, demostrando que el medio ambiente en una gran extensión ha sido creado o mejorado por el propio hombre (las tierras agrícolas de zonas templadas de Europa son el mejor ejemplo), señalando que la naturaleza con frecuencia es autodestructiva (volcanismo, terremotos, inundaciones, sequías). Concluye que la "interfase simbiótica entre hombre y naturaleza pueden generar ecosistemas (humanizados) más diversificados y más interesantes para el hombre que aquellos que aparecen en estados naturales".

La crítica política, por otro lado, ha destacado que los sectores de clase media y alta iniciaron el movimiento con un marcado elitismo, dirigido principalmente a salvaguardar las mejores tierras y animales que sólo las clases medias y altas podrán utilizar (Zwerdling, 1973). Para centrar los objetivos, Horowitz (1972) planteó: "si el movimiento ecológico desea realmente tener resultados positivos no puede seguir siendo un movimiento contra la ciudad o contra la tecnología, sino más bien una protesta contra el despilfarro, las exageraciones, los excesos y los absurdos que ocurren dentro de la vida urbana y en la sociedad tecnológica".

Los elementos de superficialidad dentro de los planteamientos del movimiento ambientalista también han sido foco de fuertes críticas. La noción de "la limpieza del medio ambiente" ha sido descrita por Marx (1970) como una propuesta "cosmetológica":

"ningún programa cosmético, ninguna actividad de limpieza del paisaje, ningún grado de protección a la vida silvestre, ni ninguna ley anticontaminación puede ser más que un mero comienzo. Por supuesto tales medidas son dignas de mérito, pero al llevarlas a cabo se debe reconocer su superficialidad. La devastación de nuestro medio ambiente es en lo más hondo el resultado del tipo de sociedad que hemos construido y del tipo de personas que somos".

Esto nos habla de las relaciones entre los estilos de desarrollo y los problemas ambientales consiguientes. El debate nos sirve de ejemplo para demostrar el punto clave del conflicto entre ambos; nos señala que las decisiones acerca de los problemas ambientales son de naturaleza ecológica y que profundizan en las interacciones entre sociedad y naturaleza; en fin, que los problemas ambientales son inseparables de las decisiones que adoptemos en relación con el tipo de sociedad que vamos a tener en el futuro.

c) *Ecología, ciencia y desarrollo*

Una característica prominente de la ciencia moderna son las implicaciones que ella tiene sobre los problemas ecológicos, como causa y como solución. A partir del reconocimiento de los efectos negativos de los plaguicidas, la dilapidación de los recursos naturales, la destrucción de los suelos, la desertificación, los fluorocarburos, las plantas nucleares y los peligros ambientales en el medio laboral, la ciencia y la tecnología, han sido reconocidos como los culpables de gran parte de lo que está ocurriendo. Los científicos, sin embargo, siguen estando al frente alertando a la sociedad acerca de estos problemas y proponiendo acciones. Más aún, a la ciencia se le ha adjudicado un papel de líder en la evaluación de los riesgos derivados de la contaminación, en el desarrollo de nuevos recursos y en la formulación general de soluciones y estrategias en respuesta a los problemas ambientales.

Esta ambivalencia en relación a la ciencia, muy común cuando ella se sobrepone a los asuntos sociales, ha creado una serie de dificultades. Por ejemplo, diferentes científicos pueden analizar el mismo problema en formas muy diferentes. ¿Qué evaluación o alarma debería ser aceptada por los gobiernos, por el público? ¿Para resolver los problemas ambientales, necesitamos más ciencia, menos ciencia o una ciencia diferente? ¿A qué grupo de científicos, cualquiera, debemos dirigirnos para encontrar las soluciones? Una respuesta común a preguntas de este tipo, ha sido buscar en la ecología y en los ecólogos algún tipo de "sabiduría". La noción de que la ecología tiene por objeto pensar de acuerdo a totalidades y que se preocupa de lo "natural" ha permitido que ella no sea teñida por el reduccionismo y las asociaciones industriales que caracterizan a la mayoría de las ramas de la ciencia moderna.

Por otra parte, aquellos que insisten en que la ecología siga siendo una rama de la biología abogan por un comportamiento apolítico y pueden ser criticados con justicia por ignorar e incluso enmascarar conflictos y divisiones sociales básicas que están implícitas en todo problema ambiental. Sin duda, existen diferencias cualitativas tremendas en el medio humano global y en el poder de grupos y sociedades para manejar recursos que pueden ser escasos, y de esta manera asegurar que sus ambientes permanezcan relativamente limpios, seguros y confortables. Desde este punto de vista el diagnóstico ecológico de los biólogos es tremendamente débil y sus prognosis parecen ser en muchos casos desesperadamente ingenuas y utópicas debido a la falta de reconocimiento y entendimiento de las realidades del poder y la gran desigualdad que debe confrontar cualquiera de las acciones sugeridas. El gran error de estos biólogos-ecólogos es no querer aceptar la nueva responsabilidad que la propia evolución del pensamiento ecológico les asigna. La gran carencia de estos científicos impide aceptar el método y la teoría de la nueva ecología transdisciplinaria que prepara un camino para ir del punto del conocimiento científico ya no meramente encasillado en lo biológico para asumir un papel de síntesis e integración que los conduzca a crecer mancomunadamente con otros científicos, y dar directrices para la acción adecuada en los vínculos donde se formulan las políticas y se toman las decisiones. La grave falta de este grupo ha provocado en todo el mundo la desconfianza de la ecología por la política, ya sea en forma de partidos políticos convencionales o conflictos de clase. Una rara excepción la constituyen los partidos ecologistas de Europa que están logrando un lugar político importante en sus respectivos países, aunque no es esto justamente lo que pensamos al referirnos a la asociación de la ecología con la política. Por lo general, los biólogos-ecólogos han escogido la denuncia dramática en vez de señalar con detalles cuáles son las etapas que conducirían a los cambios necesarios. Pero ¿pueden ellos lograrlo?

En términos muy generales, puede decirse que las grandes perspectivas del pensamiento ecológico actual aún no han penetrado en la América Latina. Todavía en muchos países la ecología y su aporte al desarrollo presenta una gran disparidad entre sus prognosis muy radicales y desafiantes y sus muy pocas, más bien escasas recomendaciones por aplicarse en medidas concretas de protección ambiental. Por ello, sus logros han sido más bien intrascendentes, comparados con la intensidad de la crisis de retórica que la envuelve.

De acuerdo con la nueva tendencia transdisciplinaria de la ecología, en el futuro la mayoría de los ecólogos al exponer sus ideas y las posibles aplicaciones de sus hallazgos no deben eludir los rasgos políticos que comprende. Se tendrá que reconocer a la política como un instrumento refinado de ordenación y adminis-

tración ambiental, que permitiría un control adecuado de los objetivos humanos para conseguir bienestar dentro del ámbito más amplio de los propósitos de la ecosfera. La política tiene su propio papel que cumplir y la ecología puede contribuir entregando sus conocimientos en un mejor proceso de afianzamiento entre política y ciencia en general. Sin embargo, hay que destacar que así como hay problemas ambientales que trascienden a la esfera política, hay otros que son no políticos, en el sentido en que sus soluciones son más bien asuntos "técnicos". En estos casos no debería haber política acerca del poder, su uso y distribución, sino más bien acerca de las formas y técnicas gubernamentales más apropiadas para enfrentar los problemas ambientales más urgentes. No se nos escapa que esta identificación de problemas ambientales como asuntos técnicos tiene muchas implicaciones. Puede argumentarse que tal tipo de respuestas son básicamente conservadoras. Los problemas son fragmentados, aislados de un contexto global y definidos en forma tan estrecha que las soluciones buscadas de ninguna manera llegan a interferir con el orden social establecido. Esto también hace surgir los asuntos acerca del papel político de la ciencia y la tecnología, ya que los problemas por lo general son definidos y diagnosticados por científicos y se requiere de sus conocimientos para buscar las soluciones.

Lo que importa señalar una vez más en este contexto es que la ciencia está implicada como causa y como solución de muchos de los problemas ambientales, lo que denota el carácter más bien ambivalente de la respuesta social a la ciencia moderna. La elección que se presenta a la sociedad a menudo se define entre un rechazo completo a la ciencia y tecnología, o en un decidido apoyo para concederle más recursos para que actúe en más sectores de la vida económica y social. Por supuesto, de esta manera la posible opción futura de cambiar la naturaleza de la ciencia y tecnología a través de un cambio en sus controles, en sus contextos y en sus contenidos sociales, queda muy limitada por la formulación políticamente desnaturalizada del problema.

La respuesta convencional en la América Latina a los problemas ambientales generalmente se ha expresado manifestando que será necesario un caudal mayor de ciencia para encontrar las soluciones y así permitir a la sociedad tomar las necesarias precauciones contra el deterioro ecológico, insistiéndose en la necesidad de una integración más íntima de la ciencia con las políticas sociales. De esta manera, utilizando muchos de los aportes del pensamiento ecológico se aboga por una planificación más científica que considere los aspectos ecológicos, mediante la vigilancia y ordenación ambiental, a través de una evaluación de la tecnología, una política científica, análisis de efectos ambientales, predicciones ambientales cuantitativas y evaluación ecológica. Estas actividades se observan por quienes las practican como ejercicios

de racionalidad aplicada. Otros consideran que están abiertas a la crítica por conllevar implícitamente proposiciones e implicaciones políticas dentro de una mística pseudocientífica de conocimiento "objetivo" y de técnicas "racionales".

La conservación de la naturaleza cuando se le analiza en estos términos, puede ser muy representativa. Si se le define como el uso sabio y racional de los recursos naturales, igualada con la ecología aplicada y apoyada con su propia batería de técnicas cuantitativas, la conservación pareciera estar lejos de la arena política. La justificación principal para la conservación ha sido que ella descansa en fines acordados por consenso y que no cabe aquí discutir. Sin embargo, en muchas ocasiones el consenso político supuesto que rodea a las prácticas de conservación son de hecho una coalición de intereses muy poderosos, en gran parte apoyados por aquellos que controlan y poseen la tierra y los recursos naturales. El uso de la retórica ecológica, por parte de ellos, a veces desgraciadamente, ha encontrado un eco condescendiente por parte de los biólogos-ecólogos.

En otras instancias, el llamado a la ecología ha ido más allá de la búsqueda de respuestas tácticas y soluciones técnicas a problemas ambientales particulares para plantear que la ecología puede contribuir a un reordenamiento radical de los propósitos humanos y reorientar a la sociedad para encontrar formas alternativas de crecimiento económico y estilos de vida. Aquí es donde la ecología podría encontrar su mejor campo de acción en los años futuros en la América Latina si es promovida dentro del lugar que le corresponde dentro de los quehaceres de la ciencia y la sociedad.

Otro ejemplo son la ciencia y la tecnología y sus efectos que comienzan a criticarse correctamente después de los daños causados, hasta entonces nunca vistos por la humanidad, por las explosiones atómicas con fines bélicos. ¿Cómo la humanidad puede seguir viviendo con esta amenaza? ¿Cuánto hay de irresponsabilidad y escapismo? El tema se trata con cinismo para discutir la concepción de ciencias y técnicas buenas o neutras, pero mal utilizadas por el hombre. Los científicos con una actitud de Pilatos, abogan por un uso incorrecto de los conocimientos adquiridos haciendo responsables de los abusos a la política. La pregunta correcta, sin embargo, es si la investigación científica y tecnológica actual no contendrá en sí misma la posibilidad de sus aplicaciones destructivas (Junk, 1975).

Aquí no cabe discutir ni hacer distinción entre la sustancia buena de la ciencia y el uso malo, ya que no es válido para interpretar la historia. Lo que es necesario es distinguir entre una ciencia "sectorial" y una "global".

Lo que tratan de demostrar las ideas sobre la ecología, lo que ponen en evidencia, es que los daños ambientales dependen del hecho de que cada ciencia sectorial ha resuelto sus propios pro-

blemas sin tener en cuenta la problemática global. Lo que en el futuro estamos esforzándonos en recuperar es una dimensión global y por ello el pensamiento ecológico insiste en la búsqueda de todos los efectos remotos causados a través de complicadas interacciones, de todas las intervenciones de la sociedad sobre la naturaleza y sobre la individualidad. Y debe reconocerse que la razón y la exigencia que motiva la aparición insurgente de la ecología como ciencia transdisciplinaria son las propias intervenciones humanas, que siendo tan poderosas nos han implicado a todos en su conjunto. Si bien es cierto que el progreso científico y tecnológico nos hizo incurrir en efectos imprevisibles, no lo es menos que ha hecho que la ecología se haya convertido en una crítica de las ciencias en lo que tienen de ciencias sectoriales o particulares.

Dado que las ciencias, en cuanto sectoriales, no son tampoco del todo buenas, de las que se hace mal uso, debemos reconocer que será imposible el establecimiento o aparición de la ecología como ciencia global o transdisciplinaria a menos que cambiemos nuestra sociedad dividida y dominada por intereses contrapuestos. Aquí cabe citar las palabras de Marcuse (1969): "porque a la técnica no se le atribuyen solamente *a posteriori* y desde fuera objetivos e intereses de dominio, sino que ya son inherentes a la misma construcción del aparato técnico".

Lo trágico de la comedia humana actual es que los míseros intereses contrapuestos construyen sus propios aparatos científicos, técnicos y políticos para prevalecer sobre los demás. ¿Será entonces verdad que ya sea la ecología transdisciplinaria u otra ciencia global surgirá sólo después que el desarrollo de los intereses sectoriales y por ende de las ciencias sectoriales, hubiesen demostrado la capacidad suficiente para crear un efecto general y global? Es decir, ¿la ruina global? Nuestra esperanza es que no. Por ello, estimamos de la máxima gravedad considerar abierta la posibilidad de promover y forjar para el pensamiento ecológico una ruta intelectual dirigida a desempeñar la máxima responsabilidad transdisciplinaria de crear una nueva ciencia global. ¿Qué hacer frente al aislacionismo obsoleto de los bioecólogos y el agresivo y dañino sectarismo de los ingenieros, científicos sociales, economistas y politólogos, que están y siguen jugando a futuro con la alternativa probable de la ruina global? ¿Nos esforzamos en lo primero o corremos el riesgo del ensayo por error (tan experimentado) que significa lo segundo?

d) *Conclusión*

No cabe duda que los conceptos y enfoques desarrollados han demostrado que son una fuente muy rica de ideas y analogías en la formulación de programas sociales ambientalmente adecuados: la teoría del nicho ecológico, el concepto de ecosistema, el

ecodesarrollo, el flujo de energía, el reciclaje de materiales, los límites de tolerancia a los efectos y la teoría de la sucesión ecológica han sido empleados en numerosos y variados contextos. Más aún, se ha logrado recibir el apoyo para el reconocimiento de ciertos ideales ecológicos, una ética ecológica y valores ecológicos. Es verdad, la naturaleza integradora y sintética de la ecología y sus planteamientos que trascienden a las especificidades de otras disciplinas han sido las principales razones de que haya recibido un amplio apoyo. De aquí que comience a ser considerada como una supraciencia, que puede permitir al hombre superar la fragmentación que hoy existe en el conocimiento, que a menudo es la causa de la incapacidad para responder efectivamente a la búsqueda de soluciones globales a los problemas ambientales y del desarrollo.

Cada día se hace más evidente la necesidad de contar con una comunidad científica funcional, con una ciencia unificada, la cual utilice los métodos, las técnicas y los conceptos formulados por el pensamiento ecológico y en su cercana asociada, la teoría general de sistemas, establezca las formas de restaurar la débil posición de la ciencia actual en la sociedad (Hancock, 1971; Bohm, 1971; Goldsmith, 1970; Haskell, 1972; Von Bertalanffy, 1968; Von Bertalanffy *et al.*, 1972). El carácter holístico del pensamiento ecológico es una promesa de transformar en un todo lo que ahora se encuentra fragmentado. Con amplio apoyo en las esferas políticas y en el gran público podría ayudar a encontrar nuevos rumbos al proceso de búsqueda de nuevas formas de desarrollo a la sociedad humana en su conjunto.

Parafraseando a Meyer (1938) podemos concluir que la evolución y las perspectivas del pensamiento ecológico han provocado que "la gran hora histórica de la comprensión de las interrelaciones hombre, recursos, desarrollo y medio ambiente como totalidad haya vuelto a sonar una vez más".

BIBLIOGRAFÍA

- Allee, W. C., *et al.*, *Principles of animal ecology*, W. B. Saunders Company, Filadelfia, 1949.
- Armelagos, G. J., y J. R. Dewey, "Evolutionary response to human infections diseases", *Bioscience*, 20 (5), pp. 271-275, 1970.
- Barker, R., *Ecological psychology*, Stanford University Press, 1966.
- Bates, H. W., *The naturalist on the Amazons*, Murray, 1895.
- Bates, M., "Human ecology", A. L. Kroeber (comp.), *Anthropology today: An encyclopedic inventory*, University of Chicago Press, Chicago, pp. 700-713, 1953.
- Bateson, W., *Problems of genetics*, Yale University Press, New Haven, 1913.

- Birge, E. A., "The heat budgets of American and European lakes", *Trans. Wisconsin Acad. Sci. Arts Lets.*, 18, pp. 166-213, 1915.
- Bohm, D., "Fragmentation in science and society", W. Fuller (comp.) *The social impact of modern biology*, Routledge, Londres, 1971.
- Bookchin, M., *Limits to the city*, Harper and Row, Nueva York, 1974.
- Boulding, K. E., "The economics of the coming spaceship earth", *Environmental duality in growing economy*, Resources for the Future. Johns Hopkins Press, Baltimore, pp. 3-14, 1966.
- Braun-Blanquet, J., *Plant sociology: The study of plant communities* (traducido y editado por G. D. Fuller y H. C. Conard), McGraw-Hill Book Co., Inc., Nueva York, 1932.
- Brookfield, M. C., "Questions on the human frontiers of geography", *Economic Geography*, 40, pp. 283-303, 1964.
- Calderón, H., y M. Robert, *Planificación, ciencia y tecnología y toma de decisiones en la América Latina*, UNESCO/CEPAL/ILPES, Montevideo-Santiago (uso interno), 1979.
- Carson, Rachel, *Silent spring*, Houghton Mifflin Co., Boston, 1962.
- Clausen, J. A., y M. L. Kohn, "The ecological approach in social psychiatry", *The Amer. Journal of Sociology*, pp. 140-151, 1954.
- Clements, F. E., "Nature and structure of the climax", *J. Ecol.*, 24 (1), pp. 253-284, 1936.
- Clements, F. E., y U. E. Shelford, *Bioecology*, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 1939.
- Coale, A. J., "Man and his environment", *Science*, 170, pp. 132-136, 1970.
- Cockburn, T. A., "Eradication of infectious diseases", *Sciences*, 133 (3457), pp. 1050-1058, 1961.
- Commoner, B., *The closing circle*, Alfred Knopf, Nueva York, 1971.
- Cowles, H. C., "The physiographic ecology of Chicago and vicinity: a study of the origin, development and classification of plant societies", *Bot. Gaz.*, 31, pp. 73-108. 145-182, 1901.
- Cragg, J. B., "Biological conservation: the present", *Biological Conservation*, 1, pp. 13-19, 1968.
- Chapman, R. N., *Animal ecology with special reference to insects*, McGraw-Hill Book Co., Inc., Nueva York, 1931.
- Dansereau, P., "Ecological impact and human ecology", F. Fraser Darling y John P. Milton (comps.), *Future environments of North America*, 1966. *Man-environment interaction at the settlement level* (Habitat (CONF/.70/B/4), diciembre de 1975).
- Darwin, C., *On the origin of species by means of natural selection, on the preservation of favoured races in the struggle for life*, John Murray, Londres, 1859.
- Dassman, R. F., *A different kind of country*, Macmillan Company, Nueva York, 1968.
- De Martonne, E., *Tratado de geografía física*, 3 tomos, Editorial Juventud, Madrid, 1925.
- De Vries, H., *Species and varieties, their origin by mutation*, Lectures delivered at the University of California, 2ª ed., Open Court, Chicago, 1906.
- Del Villar, H., *Geobotánica*, Editorial Labor, Barcelona-Buenos Aires, 1929.
- Doxiadis, C. A., *Global ecological balance: The human settlement that we need*, Athens Technological Organization, Atenas, 1974.

- Dror, Yehezkel, *Design for the policy sciences*, American Elsevier, Nueva York, 1964.
- Dubos, R., *So human an animal*, Charles Scribner's Sons, Nueva York, 1968.
- , "Humanizing the earth", *Science*, 179, pp. 769-772, 1973.
- Duncan, Otis Dudley, "Social organizations and the ecosystem", *Handbook of modern sociology* (REL Faris, dir), Rand McNally & Company, Chicago, 1964.
- Egler, F., "Ecología y administración del paisaje urbano", P. Dansereau (comp.), *Desafío para la supervivencia*, Editorial Extemporáneos, México, pp. 98-121, 1970.
- Ehrlich, P., y Anne Ehrlich, "Population, resources, environment", *Human ecology*, W. H. Freeman & Co., San Francisco, 1970.
- Emery, F. E., y E. L. Trist, *Toward a social ecology*, Plenum Press, Londres/Nueva York, 1973.
- Emmelin, L., "Environmental education at university level", *AMBIO*, 6 (4), 1977.
- Engels, F., *El papel del trabajo en el proceso de transformación del mono en hombre*, 1876.
- Engler, A., "Die Entwicklung der Pflanzengeographie in den letzten hundert Jahren", *Ges. Erdk. Berlin Humboldtcentenar Schrift*, Berlín, 1899.
- Evans, F. C., "Ecosystem as the basic unit in ecology", *Science*, 123, pp. 1127-1128, 1956.
- Farvar, T. (comp.), *The careless technology*, Tom Stacey Ltd., Londres, 1973.
- Fels, E., *Der Mensch als Gestalter der Erde*, Leipzig (citado por Thienemann, 1956), 1935.
- , *Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde*, Stuttgart (citado por Thienemann, 1956), 1954.
- Fischer, R. A., *The genetical theory of natural selection*, Oxford, 1931.
- Fleming, D., "Roots of the new conservation movement. Perspectives", *American history*, 6, pp. 7-91, 1972.
- Forbes, S. A., "The lake as a microcosm", *Bull. Sc. A., Peoria*. Reimpreso en *Ill. Nat. Hist. Surv. Bull.*, 15, pp. 537-550, 1887.
- Friederichs, K., *Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der Land und forstwirtschaftlichen Zoologie*, T. 1 Oekologischer Teil, Berlín, 1930.
- , "Vom Wesen der Oekologie", *Sudhoffs Arch.*, 27, pp. 277-285, 1934.
- , "Oekologie als Wissenschaft von der Natur oder biologische Raumforschung", *Bios*, t. VII, 1937.
- Friedman, J., *Retracking America: a theory of transactive planning*, Garden City Press, Nueva York, 1973.
- Galtung, J., *Development, environment and technology*, UNCTAD, Ginebra, 1976.
- Geertz, C., "Two types of ecosystems", *Agricultural involution: the processes of ecological change in Indonesia*, University of California Press, pp. 12-37, 1963.
- George, G., y M. McKinley, "Urban ecology", *Search of an asphalt rose*, McGraw-Hill, Nueva York, 1974.
- Giacomini, V., *Courses for decision makers in environmental problems and higher education*, OCDE, París, 1976.
- Givoni, B., *Man, climate and architecture*, Elsevier, Reino Unido, 1969.

- Goldsmith, E., *Ecologist*, 1 (1), p. 5, 1970.
- Good, R., "A theory of plant geography", *New Phytologist*, 31, pp. 149-171, 1931.
- , *Plants and human economics*, Cambridge, 1933.
- Goodman, P., y P. Goodman, *Communitas: means of livelihood and ways of life*, Random House, Vintage Books, Nueva York, 1974.
- Guerasimov, A. I., *El hombre, la sociedad y el medio ambiente*, Academia de Ciencias de la URSS, Instituto de Geografía, 1976.
- Haeckel, Ernst, *Generelle Morphologie der Organismen*, 2 vols., Geor Reimer, Berlín, 1869.
- Haldane, J. B. S., *The cause of evolution*, Harper, Londres y Nueva York, 1932.
- Hancock, J., "Environmental problems and the reunification of the scientific community", W. Fuller (comp.), *The social impact of modern biology*, Routledge, Londres, 1971.
- Haskell, E. (comp.), *Full circle: the moral force of unified science*, Gordon and Breach, Nueva York, 1972.
- Hawley, Amos H., *Human ecology: a theory of community structure*, Roland Press, Nueva York, 1950.
- Hill, A. F., *Economic botany*, McGraw-Hill, 1937.
- Hurtubia, Jaime, et al., "Hacia una conceptualización del ecodesarrollo", *1er. Simposio sobre ecodesarrollo*, Asociación Mexicana de Epistemología, UNAM, México, 1976.
- Hutchinson, G. E., "The lacustrine microcosm reconsidered", *Amer. Sci.*, 52, pp. 331-341, 1964.
- Jahoda, M., "Postscript on social change", Cole et al. (comps.), *Models of doom: a critique of "The limits to growth"*, Universe Books, Nueva York, pp. 209-215, 1973.
- Johnson, W. A., y J. Hardesty, *Economics vs. the environment*, Wadsworth Publ. Co., Belmont, California, 1971.
- Jordan, C. F., "What is ecology?", *Bull. Ecol. Soc. Amer.*, 56 (2), pp. 2-3, 1975.
- Junge, Fr., *Dorfteich als Lebensgemeinschaft, nebst einer Abhandlung über Ziel*, Unterrichts, Kiel, 1885.
- Kemp, William B., "El flujo de energía en una sociedad cazadora", *Scientific American*, 1971, Ed. española, Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1975.
- Kerner, von M. A., *The natural history of plants*, Trads. de F. W. Oliver, Blackie & Son, Londres, 1896.
- Kneese, A., y B. T. Bower, "Causing offsite costs to be reflected in waste disposal decisions", Robert Dorfman y Nancy Dorfman (comps.), *Economics of the environment*, W. W. Norton & Co., Inc., Nueva York, pp. 135-154, 1968.
- , "Analysis of environmental pollution", *loc. cit.*, pp. 21-44.
- Koeppen, W., *Climatología*, Fondo de Cultura Económica, México, 1968.
- Kutrilla, J., "Some environmental effects of economic development", *Daedalus* (Fall), pp. 1034-1057, 1970.
- Laconte, P. (comp.), *The environment of human settlements*, Pergamon Press, Oxford, 1976.
- Laszlo, Ervin, *A strategy for future*, George Braziller, Nueva York, 1974.
- Leopold, Aldo, *Game management*, Charles Scribner's Sons, Nueva York, 1933.

- Lotka, A. J., *Elements of physical biology*, Williams & Wilkins, Baltimore, 1925. Reeditado en 1956 por Dover Publ., Nueva York.
- Mabogunje, A. L., "System approach to a theory of rural-urban migration", *Geographical Analysis*, vol. 2, pp. 1-18, 1970.
- Maddox, J., *The doomsday syndrome*, McGraw-Hill Co., Nueva York, 1972.
- Major, J., "Historical development of ecosystem concept", G. M. Van Dyne (comp.), *The ecosystem concept in natural resources management*, Academic Press, Nueva York, 1969, pp. 9-22.
- Malthus, R., *Primer ensayo sobre la población*, 1846. Reeditado por Alianza Editorial, Madrid, 1966.
- Margalef, Ramón, *Perspectives in ecological theory*, University of Chicago Press, Chicago, 1968.
- , *Ecología*, Ediciones Omega, Barcelona, 1974.
- March, G. P., *El hombre y la naturaleza o la geografía física modificada por el hombre*, 1864.
- Marx, K., *El capital*, 1867, versión española de Wenceslao Roces, FCE, México, 1946, vol. 1.
- Marx, L., "American institutions and ecological ideals", *Science*, 170, pp. 945-952, 1970.
- May, J. M., "The ecology of human disease", *Annals of the New York Academy of Science*, 84, pp. 789-794, 1960.
- McHale, J., *The ecological context*, George Braziller, Nueva York, 1970.
- Meadows, D., et al., *The limits to growth*, Nueva York, 1972. Existe versión al castellano del FCE, Colección Popular.
- Meek, R. L. (comp.), *Marx and Engels on Malthus*, International Publishers, 1954, citado por William J. Barber, *History of Economic Thought*, Penguin, Londres.
- Meier, R. L., "The other side of pollution", E. Pohlman (comp.), *Population: a clash of prophets*, New American Library, Nueva York, pp. 204-223, 1973.
- Merriam, C. Hart, "Life zones and cropzones of the United States", U. S. Dept. Agric., *Biol. Surv. Bull.*, 10, 1898.
- Meyer, A., *Celeitwort zu Smuts: Die holistische Welt*, Berlín, 1938.
- Möbius, Karl, *Die Auster und die Austernwirtschaft*, Berlín, 1877.
- Moncrieff, L. W., "The cultural basis for our environmental crisis", *Science*, 170, 70, pp. 508-512, octubre de 1970.
- Moscovici, S., *Sociedad contra natura*, Siglo XXI Editores, México, 1975.
- Mossman, A. S., *Conservation*, Intext Educational Publishers, Nueva York y Londres, 1974.
- Mumford, L., *The brown decades: a study of the arts in America*, Harcourt, Brace and Co., Nueva York, 1931.
- Munson, B. E., *The ecology movement: an assessment*, Dept. of Sociology, Eastern Illinois Univ., 1972.
- Newman, M. T., "Ecology and nutritional stress in man", *American Anthropologist*, 64, pp. 22-34, 1962.
- Nicholson, A. J., "The balance of animal populations", *J. Anim. Ecol.*, 2, pp. 132-178, 1932.
- Odum, E. P., *Ecology*, Modern Biology Series, Holt, Rinehart and Winston, Nueva York, 1963.
- , "Ecosystem theory in relation to man", *Ecosystems: Structure and*

- Function*, 31, st. Biol. Coll., Oregon State University Press, Corvallis, Ore., 1971.
- , *Ecología*, Nueva Editorial Interamericana, 1972.
- , *Ecology: the link between the natural and the social sciences*, Holt, Rinehart and Winston, Nueva York, 1975.
- Odum, H. T., *Environment, power and society*, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 1971.
- , "Energy, ecology and economics", *AMBIO*, 2(6), pp. 220-227, 1973.
- Papanek, V., *Design for the real world*, Random House 1972, Bastam, 1973.
- Pearce, D. W., *Environmental economics*, Longmans Press, Londres, 1976.
- Pycraft, W. P., *The standard natural history*, Warne, 1931.
- Rabitnovich, R., y A. Rabitnovich, *Views of science, technology and development*, Pergamon Press, Nueva York, 1975.
- Ramsay, W., y C. Anderson, *Managing the environment*, Basic Books, Inc., Publishers, Nueva York, p. 302, 1972.
- Rappaport, R. A., "Aspects of man's influence upon island ecosystems alteration and control", F. R. Forsberg (comp.), *Man's place in the island ecosystem*, Bishop Museum Press, Honolulu, pp. 153-170, 1963.
- , "El flujo de energía en una sociedad agrícola", *Scientific American*, Ed. española: Alianza Editorial, Madrid, 1975.
- Rhiney, T., "The use of case-histories in an ecology seminar", M. T. Farvar y P. Milton (comps.), *The careless technology*, Natural History Press, Nueva York, 1972.
- Ribeiro, D., *El proceso civilizatorio*, Editora Civilização Brasileira, 1968. En español, Editorial Extemporáneos, México, 1976.
- Robinson, W. C., "A critical note on the new conservation", *Land Economics*, 42, pp. 453-456, 1969.
- Robinson, W. S., "Ecological correlations and the behaviour of individuals", *American sociological review*, vol. 15(3), pp. 351-357.
- Rubel, E., *Pflanzengesellschaften der Erde*, Verlag Hans Huber, Bern-Berlín, 1930.
- Sachs, I., "Población, tecnología, recursos naturales y medio ambiente", *Boletín Económico de América Latina*, vol. XVIII, Naciones Unidas, Nueva York, 1973.
- , "Ambiente y estilos de desarrollo", *Comercio Exterior*, vol. XXIV, núm. 4, México, 1974.
- Salter, P. S., "Towards an ecology of the urban environment", Johnson y Steeve (comps.), *The environmental challenge*, Holt, Rinehart and Winston, Nueva York, pp. 238-263, 1974.
- Sandmann, P. M., "Mass environmental education: can the media do the job?", Swan y Stapp (comps.), *Environmental education*, Wiley, Nueva York, 1974.
- Sargent, F. (comp.), *Human Ecology*, Elsevier, Nueva York, 1974.
- Sasson, Albert, *Développement et environnement*, Mouton, París, 1974.
- Schimper, A. F. W., *Plant geography upon a physiological basis*, traducido por William R. Fisher, Clarendon, Oxford, 1903.
- Scrinshaw, N. S., "Ecological factors in nutritional disease", *American journal of clinical nutrition*, vol. 14(2), pp. 112-122, 1964.
- Shumacher, E. F., *Small is beautiful. A study of economics as if people mattered*, Blond & Bridge, Londres, 1973.
- Sinclair, T. C., "Environmentalism: A la recherche du temps perdu,

- bien perdu?", H. S. D. Cole *et. al.* (comps.), *Models of doom: A critique of "The limits to growth"*, Universe Books, pp. 175-191, 1973. Versión al castellano del FCE, Colección Popular.
- Smith, Adam, *Riqueza de las naciones*, 1776, versión española de Amado Lázaro Ros, Aguilar, Madrid, 1956. También existe versión al castellano del FCE.
- Stapp, W. B., "Pre-service teacher education", N. McLunis y Don Albrecht (comps.), *What makes education environmental?*, Environmental Educators Inc., Louisville, 1975.
- Steward, J. H., "The concept and method of cultural ecology", *Theory of culture change*, University of Illinois Press, Urbana, páginas 30-42, 1935.
- Stoddart, D. R., "Geography and the ecological approach. The ecosystem as a geographical principle and method", *Geography*, 50, pp. 242-251, 1965.
- Tamames, R., *Ecología y desarrollo. La polémica sobre los límites al crecimiento*, Alianza Editorial, Madrid, 1977.
- Tansley, A. G., "The use and abuse of vegetational concepts and terms", *Ecology*, 16, pp. 284-307, 1935.
- , *Introduction to plant ecology*, Allen and Unwin, Londres, 1945.
- Teilhard de Chardin, P., *El fenómeno humano*, Taurus Ediciones, Madrid, 1955.
- Theoderson, George A. (comp.), *Studies in human ecology*, Harper and Row, Nueva York, 1961.
- Thienemann, A., "Der Nahrungskreislauf im Wasser", *Verh. disch. Zool. Ges.*, Kiel, pp. 29-79, 1926.
- , "Leben und Umwelt", *Vom Gesamthaushalt der Natur*, Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Hamburgo, 1956.
- , "Vom Wesen der Oekologie", *Biologia Generalis*, 15, pp. 312-331, 1942.
- Tinbergen, J., *et al.*, *Reshaping the international order; a report to the Club of Rome*, Dutton, Nueva York, 1976. Versión al castellano del FCE, Colección Popular.
- Torres, S. A., y D. W. Pearce, "Welfare economics and environmental problems", *Interm. J. Environmental Studies*, vol. 13, pp. 191-200, 1979.
- Trent, J. H., "Environmental education: surveys indicate its current status", *The science teacher*, octubre de 1972, pp. 48 y 49, 1972.
- Udall, S. L., *The quiet crisis*, Holt, Rinehart and Winston, Nueva York, 1963.
- Usher, M. B., *Biological management and conservation*, Chapman and Hall Ltd., Londres, 394 pp., 1973.
- Van der Klaauw, C. J., "Zur Geschichte der Definition der Oekologie, besonders auf Grund der Systeme der zoologischen Disziplinen", *Sudhoffs Arch. f. Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaft*, 29, pp. 136-177, 1936.
- Vayda, A. P., y B. J. McCay, "New direction in ecology and ecological anthropology", *Annual Review of Anthropology*, vol. 4, pp. 293-306, 1975.
- , y R. Rappaport, "Ecology, cultural and non-cultural", J. Clifton (comp.), *Introduction to cultural anthropology*, Boston, Houghton-Mifflin, 1968.
- Vernadsky, W., "The biosphere and the noosphere", *Amer. Scient.*, 33, pp. 1-12, 1957.

- Vogt, W., *Road to survival*, Sloane, Nueva York, 1948. Versión en castellano del FCE.
- Volterra, V., "Variations and fluctuations of the number of individuals in animal species living together", *Animal ecology* (R. N. Chapman, dir), McGraw-Hill Book Co., Inc., Nueva York, pp. 409-448, 1926.
- Von Bertalanffy, L., *General system theory. Foundations, development, applications*, George Braziller, Nueva York, 1968.
- , et al., *Trends in general systems theory*, J. Wiley and Sons, Inc., Nueva York, 1972.
- Wardle, R. A., *The principles of applied zoology*, Longmans, Londres, 1929.
- Warning, E., *Oecology of plants. An introduction to the study of plant communities*, Oxford Univ. Press, Londres, 1909.
- Ward, B., *La estructura de los asentamientos humanos*, Fondo de Cultura Económica, México, 150 pp., 1976.
- Watt, K. E. F., *Principles of environmental science*, McGraw-Hill, Nueva York, 1973.
- , *The titanic effect*, Sinaver Associated, Inc. Publishers, Stanford, Connecticut, 1974.
- Williams, R., *Solar energy, technology and applications*, Ann Arbour Science Publishers, Michigan, 1974.
- Zwerdling, D., "Poverty and pollution", *The Progressive*, 37 (1), pp. 25-29, 1973.