



## Principios ecológicos para la gestión ambiental en un mundo industrializado

### Descripción

Desde finales del siglo pasado, la conciencia del «medio ambiente» ha arraigado en las sociedades humanas desarrolladas por dos vías paralelas: una está relacionada esencialmente con la transformación del paisaje y otra con el deterioro de los recursos naturales y la calidad de la vida humana. Son, respectivamente, los mensajes de los naturalistas y conservacionistas por un lado, y de los nuevos expertos en el medio ambiente por otro. Ambas vías tienen que ver con la existencia de un cierto caos en la ocupación humana del territorio, así como con la modificación, antieconómica en muchos casos, de algunos procesos ecológicos claves, por ejemplo, determinadas alteraciones del ciclo hidrológico.

La primera vía mencionada se debe, sobre todo, al desarrollo de las actividades agrarias -en la actualidad principalmente la agricultura intensiva industrial-. La creación, en 1878, del primer Parque Nacional del mundo, Yellowstone, responde a esa circunstancia (la conciencia del rápido avance de la colonización agrícola y ganadera, y la explotación forestal de territorios cuyos recursos naturales habían sido conservados por naciones indígenas que los aprovechaban mediante la caza y la recolección casi exclusivamente). La segunda vía de arraigo de esta conciencia es sin duda más reciente. Tiene que ver con una visión economicista del ambiente, con la apreciación del deterioro, o el agotamiento, de los recursos naturales y la evidencia de que éstos resultan cada vez más caros para una sociedad humana de tamaño poblacional sin precedentes en la historia, con una capacidad de consumo energético enorme. Entre estos recursos, no son precisamente los que tienen valor en el mercado los más reconocidos, sino, curiosamente, los relacionados con el funcionamiento de la naturaleza. Entre ellos están principalmente los suelos y el agua.

El primero de los casos comentados contiene un fuerte componente emocional, pero también reconoce lo importante que es mantener la naturaleza de forma salvaje -poco influida por el hombre tecnológico- y sus procesos ecológicos esenciales. Así, mucha gente ve en la conservación de la Amazonia el aspecto ético de preservar su diversidad biológica y la dignidad de los pueblos indígenas. Por el contrario, otra gente reconoce la importancia de este lugar por su posible papel en la regulación del clima y por su hipotética función de «pulmón» del planeta. En relación con la conservación de la naturaleza, el valor de la diversidad biológica de un lugar es, dentro de sus umbrales de variación natural, un indicador de su funcionamiento, pero no se ha puesto de moda por ello, sino porque se la considera como algo consumible: alimento, medicamento, turismo, etc. Visiones modernas de la naturaleza, reconocedoras de un cierto papel «estabilizador» del hombre rural en el territorio, dan una importancia decisiva a la cultura agraria tradicional porque ésta imita aquellos procesos de una forma admitida como buena, y por mantener una economía de escasas inversiones y alto rendimiento<sup>1</sup>.

En cuanto al segundo caso, el desarrollo industrial y el crecimiento de las ciudades, con la complicada trama de infraestructuras asociada, el alto consumo energético generado y la elevada producción de residuos, aparecen como causas de este deterioro y agotamiento de recursos. La búsqueda de soluciones viene impulsada sobre todo porque la víctima de la situación creada es la propia sociedad humana.

Las manifestaciones sobre esta problemática situación han sido numerosas, y no solo por parte de movimientos conservacionistas y ecologistas, sino que se han hecho patentes en numerosas reuniones internacionales y congresos científico-técnicos, hasta hacerla aparecer actualmente como manida – a fuerza de insistir, entre todos, mucho más en la gravedad de los problemas que en canalizar medidas y compromisos eficaces para encontrar soluciones<sup>2</sup>-. Pueden destacarse las Conferencias Internacionales de Gotemburgo (1971) sobre Desarrollo Industrial, Bucarest (1974) sobre Población, Mar del Plata (1976) sobre Agua, Tbilisi (1977) sobre Educación Ambiental, Nairobi (1977) sobre Desertificación, Estocolmo (1982) sobre Medio Humano -quizás la más citada de todas hasta la reciente y ahora famosa de Río de Janeiro (1992) sobre la Tierra-. Importa señalar que a esto se añade un tratamiento poco profesional, por sectorial o monotemático, de estos asuntos, con frecuencia enfocados de forma multidisciplinar y sistemática, pero casi nunca en forma transdisciplinar ni sistémica.

### **Ciencia y conciencia ecológica**

La ciencia ecológica ha sido raramente invitada a participar en estos problemas. El ecólogo, por su parte, es cierto que ha encontrado un inmenso laboratorio en ella y ha aprendido mucho del funcionamiento de los sistemas naturales al verlos afectados por el hombre moderno, pero su interés ha sido mucho más científico que técnico. Es evidente el contraste con la invitación de que ha sido objeto la Economía -las ciencias económicas- y muchas disciplinas o especialidades científicas que recientemente han sido denominadas «ambientales». El término «ecología», sin embargo, se utiliza mucho: «...la contaminación daña a «la ecología» de este río...», dicen con sorna algunos ecólogos prestigiosos, lamentando que las más de las veces no se tienen en cuenta planteamientos propios de la ciencia a la que alude este término. La Ecología es, sin embargo, la ciencia básica del ambiente (*oikos*) donde tienen lugar los procesos biológicos y donde se instala la economía humana. Si hay una cierta falta de entendimiento o interés mutuo tal vez se deba, por una parte, a que los planteamientos ecológicos son en su base filosóficos y muchas veces conservacionistas, temidos frecuentemente por

quienes hacen planteamientos desarrollistas a ultranza y, por otra, a que la formalización de problemas desde perspectivas sistémicas -ecosistémicas- resulta cara, y la puesta en práctica de soluciones ecológicas -basadas en lo que la ecología enseña- es habitualmente incompatible con la visión monetarista de que goza la economía clásica. Los ecólogos han participado en estudios denominados ambientales -aplicados- desempeñando un papel más analítico que sintético, lo que contrasta con el trabajo que debieran realizar de acuerdo con la doctrina de la ciencia que practican cuando hacen su trabajo académico. Han conceptualizado, no obstante, un esquema marco de las interacciones hombre-biosfera, y han aportado numerosos y variados modelos concretos para la formalización de problemas no excesivamente complejos, métodos de estudio aplicados a diferentes problemas, así como parámetros ecológicos a los que referir efectos de perturbaciones y sistemas de vigilancia ecológica continuada -*monitorings*- de actividades diversas. En efecto, la Ecología ha obtenido, como otras muchas ciencias, notables ventajas de estos laboratorios que, en la práctica, constituyen los problemas ambientales. Las revistas científicas de ecología, sin embargo, muestran una producción investigadora mucho más notable que las técnicas de esta materia.

El esquema marco aludido contiene las consideraciones globales a continuación indicadas, que sirven para entender mejor los problemas ambientales y para una toma de conciencia<sup>2-3</sup>— constituyendo, en cualquier caso, el campo donde debe actuarse:

—Las sociedades humanas basan su éxito en un elevado consumo de energía no alimentaria -exosomática-. En todo el planeta esto representa, por término medio, aproximadamente un 88% de la energía consumida por individuo. Este consumo varía, no obstante, notablemente entre las sociedades desarrolladas y las consideradas en vías de desarrollo o pobres.

—El crecimiento demográfico humano es enorme. Muchas razas y variedades de animales domesticados y plantas cultivadas han llegado a alcanzar también, en la actualidad, un tamaño poblacional muy elevado y una biomasa muy grande, impensable en ausencia del hombre. Esto ha ocurrido gracias a mecanismos de control económicos, cuyo éxito se ha basado en una gran simplificación estructural y productiva de la biosfera. El tamaño de estas poblaciones es el que conviene al hombre. Sin embargo, el tamaño de la población humana parece hoy muy lejos de estar regulado por mecanismos naturales. Debe aceptarse, no obstante, que toda población biológica alcanza tarde o temprano un tamaño poblacional en equilibrio; su regulación depende de su propia tendencia de crecimiento, y su tamaño, del equilibrio de las condiciones ambientales. —La ocupación del espacio por las sociedades humanas escapa actualmente a todo mecanismo directo de control natural. Esta libertad de acción ha llevado consigo comportamientos estúpidos en países desarrollados. Por ejemplo, la ocupación de las vegas ha ocasionado la pérdida de los suelos de mayor interés productivo, costes irreversibles de pérdida de calidad de las aguas, y contaminación atmosférica por dificultad de transferencia aérea; la regulación hidráulica de ciertos ríos ha supuesto la inundación de valles fértiles y pérdidas incalculables de culturas agrarias de enorme rentabilidad y estabilidad económica.

—Los eficaces sistemas de transporte de individuos y recursos de que disponen las sociedades humanas escapan también de los mecanismos naturales de regulación. Esto ha llevado consigo el empobrecimiento material y energético de muchas regiones y, en otras, la puesta en práctica de la idea de desarrollo a ultranza, consumista y contaminante. La diferencia de consumo material y energético arriba aludida puede llegar a ser muy grande entre unas sociedades y otras. Se plantea un serio dilema ante la consideración de un desarrollo económico más racional o «sostenible» y la

---

estimación de las necesidades de personas que se mueven entre la inanición y la saciedad en términos de energía alimentaria -lo que equivale al simple y al doble<sup>3</sup>- y entre extremos enormemente distantes en términos de energía exosomática.

## El impacto ambiental

En el terreno de los problemas concretos, la Ecología como tal, como ciencia de los sistemas naturales -como ciencia que estudia las interrelaciones ambiente físico-mundo vivo-, ha participado todavía relativamente poco en los problemas ambientales. Esto es paradójico. Sus planteamientos, que parecerían decisivos y, de hecho, gozan de gran popularidad en el mundo de la conservación de la naturaleza, carecen aún de suficiente arraigo extra-académico en el campo del «medio ambiente». El mundo industrial conoce poco la ciencia ecológica, pero teme sus planteamientos porque los confunde con los propios del ecologismo (el uso social y sostenible de los recursos naturales). Los ecólogos, por su parte, podría pensarse que siguen estando demasiado ocupados en entender la «fisiología» de los sistemas ecológicos como para abordar con mayor decisión la «patología» que la sociedad humana impone a tales sistemas. Y es probable que en la era del diseño experimental y de la exactitud científica del trabajo, el celo profesional exija sensatamente que la génesis del conocimiento ambiental tenga que pasar por estas etapas. Ha sido en cierta forma contraproducente el papel llevado a cabo en las dos últimas décadas por muchos presuntos expertos ambientales y aficionados a la ecología. Pero es verdad que largos años de errores conceptuales, que los enfermos pagaron caro, caracterizaron también los comienzos de la medicina, o la farmacia. Hoy, en cualquier caso, resulta chocante que, encontrándonos en los umbrales del próximo siglo, siga operándose por decisiones de prueba y error llevadas a cabo sobre la realidad ambiental misma con unos costes enormes para los recursos naturales.

Hay que reconocer, efectivamente, cierta frivolidad en considerar como «ecológicos» a estudios que no son tales, y cierta culpa en algunos ecólogos desentendidos de problemas extra-académicos en los que sus conocimientos hubieran resultado decisivos. Hay elementos de juicio para pensar que, en parte, se debe al desprestigio de algunos proyectos ambientales en los que se ha prescindido a propósito de los ecólogos, por interesar más ignorar el problema ecológico que hacerle frente o, como se ha dicho antes, por aparentar conocimientos ecológicos quienes, careciendo de ellos, han encontrado un mercado profesional sustancioso ofrecido por clientes aún más ignorantes, o corruptos, que ellos. Cuando se ha dispuesto de estudios bien hechos, pocas veces se han tomado como modelo para otros nuevos. La mayoría de los estudios de impacto ambiental llevados a cabo en España, desde la entrada en vigor de la Directiva europea sobre el tema, no resiste el menor análisis crítico del fundamento de sus conclusiones. Es un ejercicio que podría llevar a cabo cualquier estudiante universitario de Ecología -una práctica que, de hecho, se realiza en algunas Universidades-. Pasará todavía algún tiempo para que el tratamiento serio de este tema arraigue entre los profesionales y para que la Administración ambiental del país lo considere con decisión y mayor compromiso.

El frente de trabajo de la Ecología aplicada podría reconocerse teniendo en cuenta los siguientes escenarios:

—El terreno de lo concreto contiene un fondo ético del mismo alcance que el global, el que se ha referido, más arriba, a la interacción hombre-biosfera, filosófico y educativo -de toma de conciencia razonada-. La Economía se basa en los recursos naturales. El monetarismo -la profesión de muchos

expertos en finanzas- generalmente no. Al menos no directamente. La Economía debe pasar por conocer, al menos, los rasgos generales del funcionamiento de la naturaleza, algo que es lamentable que no se haya enseñado en las Universidades pensando en el trabajo de los futuros economistas. Esto es muy patente en España. Ya es malo que algunas Facultades españolas traten de enseñar la ecosfera sin contar con ecólogos, o biogeografía sin contar con biólogos, pero el trabajo de los futuros economistas tiene probablemente una repercusión ambiental mucho más directa que la de otros profesionales que, al fin y al cabo, estudian aquellas materias a manera de adorno de sus carreras fundamentales.

La explotación de los recursos naturales se basa hoy, todavía, en decisiones de prueba y error. Gran parte de los sistemas agrarios tradicionales evolucionaron a través de este mecanismo, hasta decantar diferentes formas de cultura a partir de la transmisión generacional de aciertos y desecho de errores. El desarrollo industrial habitual se ha basado también en decisiones de prueba y error, aunque soportadas por grandes medios materiales para llevar a cabo las actuaciones. Además, desde la perspectiva ambiental, ha carecido prácticamente de conciencia y previsión en su corto periodo de vigencia, al contrario que la milenaria cultura rural tradicional. El desarrollo industrial futuro debería, por el contrario, ensayar estas decisiones mediante computadoras. No se justifican ya los ensayos sobre la realidad misma. Los costes ambientales acumulados por los errores ya son demasiado altos. Existen componentes éticos y económicos de progresivo peso. Así, por ejemplo, ¿tenemos derecho a disminuir la diversidad biológica de ciertas regiones por muy «rentable» que sea a corto plazo para algunos intereses monetaristas? Extrapoléese esta consideración a determinadas formas de explotación del trabajo humano que el mercado propicia. En el antiguo Imperio Romano se conocía el carbón mineral y podría haberse explotado. Sin embargo, el contexto ético de la época permitía considerar como más barata y rentable la energía de los esclavos, de manera que la inversión energética por esta vía mantuvo al Imperio largo tiempo.

—En la naturaleza casi todo se relaciona con todo. La explotación de un recurso suele guardar relación con la alteración de un proceso. La extracción de madera del bosque de un terreno en pendiente lleva consigo la pérdida de suelo por erosión, el enturbiamiento del agua de escorrentía y el cambio de las cualidades del agua de los cauces. Cualquiera puede entender esta trama de relaciones. El coste y el beneficio de esa explotación deben ser analizados en el marco de este proceso. El mundo industrial no puede permitirse seguir ignorando este tipo de cosas. Una industria puede producir un determinado artículo utilizando entre sus materias prima el agua. La puesta de este artículo en el mercado no es ambientalmente sostenible si el agua usada vuelve a sus flujos naturales en peor estado del que fue tomada. Habitualmente el proceso industrial es así, de manera que el precio del artículo en el mercado es falso: no contiene los costes de depuración del agua, el recurso que permitió su fabricación. La naturaleza dispone de mecanismos propios de depuración de ese agua, pero estos mecanismos llevan también asociados costes indirectos en una trama de relaciones en la cual nadie debería imaginar que resulta ajeno el producto fabricado, o consumido.

—La formalización de los propios problemas ambientales no es una tarea fácil que, en general, haya sido abordada en profundidad por la Ecología ni, mucho menos, por ninguna otra área del conocimiento. Los problemas ambientales (¿ecológicos?) han de entenderse dentro de tramas reales, y no como abstracciones sectoriales de la realidad. La contaminación de un río debe contemplarse en el contexto del funcionamiento del ecosistema que constituye toda la cuenca<sup>4-5-6</sup>, no como un problema físico-químico o microbiológico, como habitualmente se enfoca. Se necesitan análisis multivariantes y modelos de síntesis que proporcionen funciones numéricas del comportamiento de

todo un sistema. Éstos necesitan basarse en parámetros adecuados, unas veces analíticos: temperaturas, composiciones químicas, abundancia de organismos, etc., y otras veces macroscópicos: diversidad biológica, tasas de renovación, productividad biológica, flujos hidrológicos, etc.

—El problema ambiental suele tener tres componentes: uno es ecológico, otro económico y otro sociológico. El primero, debe analizarse en el contexto de una trama de relaciones. Se han comentado algunos ejemplos más arriba. El segundo, no es monetarista: el recurso natural debe tener un precio, y su alteración unos costes asociados; el producto interior bruto de una región contiene un término de signo positivo, comercializable, y unos costes (ambientales) que suponen la descapitalización del sistema que permitió obtener el producto; estos costes no pueden seguir siendo ignorados por más tiempo<sup>7-8</sup>. El componente sociológico constituye el parámetro de referencia de la operación. La clarificación del problema ambiental desde el punto de vista de este componente debe contemplar la percepción social del beneficio obtenido -por ejemplo, empleo, capacidad de consumo-, del problema generado -pérdida de calidad de vida, aun a costa de la subida de su nivel-, y el concepto de progreso, o retroceso, generado en la sociedad.

### **La trama humana (industria, comercio, infraestructuras) en la trama natural**

Los aspectos anteriores requieren conciencia de que la naturaleza contiene valores intrínsecamente altos a cuyo conocimiento y disfrute la sociedad humana no puede renunciar. La educación sobre las tramas naturales afectadas por el desarrollo económico es absolutamente perentoria, porque permitiría disponer de un espíritu crítico en la sociedad para que ésta participara en la toma de decisiones. El espíritu crítico no tiene que ir en contra de la idea de desarrollo económico. Este aspecto es de más fácil arraigo en la sociedad que el monetarista, cuyo sistema de intereses nadie llega a entender realmente con la claridad que, por el contrario, ofrece un proceso natural, patente y tangible, como, por ejemplo, el asociado a la economía del agua.

Para corregir disfuncionalidades se necesita conocer la evolución espacio-temporal de los parámetros y procesos ecológicos alterados. No basta el estudio analítico y no son suficientes los equipos de trabajo multidisciplinarios. El desarrollo económico se entiende bien en el contexto de las tramas comerciales creadas por el hombre. Estas tramas no son ajenas a las tramas naturales. La nueva concepción de la Economía requiere imbricar las tramas socio-económicas con las naturales. Las visiones analíticas o sectoriales no resultan válidas. Nunca lo fueron, pero hasta recientemente no se ha dispuesto de instrumentos de análisis globales. Hoy, el desarrollo de la informática permite disponer de modelos de interacción capaces de afrontar el reto de trabajar en un contexto sistémico.

En la consideración de aquellas tramas naturales, los ecólogos utilizan «hilos conductores» que permiten entender el funcionamiento de los sistemas y la comprensión de las estructuras naturales territoriales. El tantas veces citado como ejemplo ciclo del agua, puede servir para entender estas conexiones. El seguimiento sistemático del destino final de los productos de la industria como residuos de diferentes tipos y, particularmente, las ventajas e inconvenientes de su reciclaje, constituye también un excelente hilo conductor de la trama socioeconómica. En el fondo se propone simplemente dejar enteramente terminados los diseños de los proyectos industriales, cosa que raras veces se hace: dónde termina el producto, cuál es su periodo de vigencia en el mercado, qué efectos secundarios tiene su uso, cómo puede reciclarse. La naturaleza dispone de sistemas de reciclaje consolidados -el humus del suelo es, en realidad, un subproducto cuyo papel en la economía del agua es esencial; el

---

oxígeno del aire que respiramos es un subproducto de la producción vegetal-. Lo que podríamos, tal vez, denominar «ecosistema humano» todavía no se ha planteado seriamente la importancia del reciclaje de residuos en origen y en destino. Hay razones económicas aún no vislumbradas por los economistas que, cuando lo sean, permitirán poner en funcionamiento esta parte del invento.

### Racionalidad de la gestión ambiental

Existen algunos frentes de acción, no muy numerosos, ni complicados, en los que la ciencia ecológica puede enseñar a pensar en términos económicos. Es en ellos donde deben plantearse y desarrollarse las actuaciones de la moderna economía del mundo industrial. En cierta forma se trata de una economía de vuelta a sus orígenes, integrada en el sistema natural que precisamente permite su desarrollo<sup>9</sup>. No es una economía ajena a éste, como, erróneamente, han llegado a imaginar ciertos economistas y financieros en los últimos tiempos.

Merece la pena pasar revista a algunas cuestiones clave, unas veces absolutamente pendientes de desarrollo, y otras tratadas más o menos decididamente gracias a la iniciativa de colectivos diferentes:

a) *Legislación*. Los juristas deben conocer de cerca la ciencia ecológica. Al menos algo. No pueden seguir ignorándola de forma tan evidente como hasta ahora. En el mundo actual, sin olvidar a los economistas, son probablemente los profesionales no ecólogos o ambientalistas que menos ajenos deben estar a los problemas reales del medio ambiente. Su atención es requerida porque la diversidad biológica parece estar en peligro, porque el problema demográfico es grave y su consumo energético se ha disparado, porque cuenta más la cantidad que la calidad del consumo humano y porque los desechos industriales no pueden seguir acumulándose. De la misma forma, ecólogos y expertos ambientales deben conocer mejor las vías legales para integrar el desarrollo económico en el contexto de los recursos naturales. No puede continuar este divorcio. El reto interesa particularmente a estos profesionales e, institucionalmente, a la Administración. Por su parte, ésta no puede seguir siendo asesorada por supuestos expertos; está obligada a conocer exhaustivamente los *currícula* de sus consejeros -quiere decirse que estos *currícula*, a veces deslumbrantes a los ojos del administrador profano, deben ser analizados por especialistas en estas áreas- El sistema de selección que en España, particularmente en la última década, ha permitido acceder a puestos de responsabilidad pública a personas sin preparación, no puede continuar en materia de medio ambiente. Aquí los errores y decisiones de conveniencia han sido muy patentes. Desde luego, ese sistema no debe continuar tampoco en ninguna otra materia. La Administración tiene que ser responsable de ello.

Debe mejorarse el tiempo necesario para adaptar las leyes a las nuevas circunstancias: la ocupación del territorio, la explotación de recursos materiales, la eficacia del gasto energético, la generación de residuos, las perspectivas y condicionantes del mercado, y el contexto ambiental de estas actuaciones, necesitan normativas legales que faciliten el desarrollo de una verdadera «ecología industrial». Esta normativa tiene que ser más dinámica que ninguna otra y contemplar tramas de interacción: las leyes «ambientales» sectoriales se han mostrado inoperantes, solo son eficaces en casos muy concretos; no se vislumbran consecuencias indirectas ni a largo plazo.

Los intereses económicos de los proyectos de desarrollo con claras implicaciones ambientales no pueden seguir siendo objeto de persecución y caza por parte de conservacionistas o ecologistas. Es una baza que, en estos días, ya no tienen que jugar estos héroes. Sencillamente no puede haber -no puede seguir habiendo- esclavitud de la naturaleza. Así que la transparencia de la política ambiental ha de ser total. Un marco de referencia para gobernar -como las leyes de tráfico-, no la alternativa de

---

un partido político iluminado frente a otros malditos.

b) *Ocupación del espacio*. La planificación del espacio resulta esencial. Siguen utilizándose ejes atávicos de crecimiento a través del territorio. Esto no se justifica con los medios tecnológicos de que dispone la economía actual.

En España, la Administración carece prácticamente de especialistas en ordenación del territorio y otras áreas clave de la Geografía aplicada. Se trata de un país sin planificadores. ¿Fueron acaso expertos en planificación los que llevaron a cabo la redacción del controvertido y reciente Plan Hidrológico Nacional, o el diseño de nuestro peculiar desarrollo turístico? Ambos casos son problemas genuinos de ordenación del territorio. Cuando hay planificadores, se debe más a la iniciativa de un político con conciencia del tema que a una estrategia política nacional. Así, por ejemplo, las autopistas siguen ocupando los suelos fértiles de las vegas (los antiguos caminos los ocupaban por razones hoy inoperantes); los polígonos industriales se instalan allí donde los terrenos son, sencillamente, más llanos; por su parte, los incendios forestales se tratan como un problema de bomberos (...y bastante hacen con ello los técnicos forestales que cargan cada verano con la responsabilidad de apagarlos).

c) *Economía energética y de materiales*. Es evidente que la integración de la economía humana en la trama ecológica natural requiere mejorar los sistemas de transformación y utilización de la energía. La naturaleza funciona con energía cuyo reparto espacial resulta muy disperso. La economía humana tiene que concentrarlos en puntos originales de transformación (centrales térmicas, presas, refinerías) y en pequeños espacios de utilización (núcleos urbanos, industrias, transportes). No debiera, sin embargo, despreciar el uso disperso. Así, la utilización de algunas formas menos clásicas de energía, como la eólica o la solar, deben considerarse como complementarias, no solo como alternativas -cuya rentabilidad parece posponerse indefinidamente-. Hasta ahora, pocos diseños industriales han dedicado un espacio a esta complementariedad. Aquí todavía se han invertido pocas ideas y menos dinero. El gasto energético de cualquier país resulta inversamente proporcional al precio de la energía. Sin embargo, la gestión ambiental -económica- de la energía utilizada en la industria merece planteamientos de racionalidad menos dependientes del precio de la energía y más dependientes de una concepción de simple ahorro de procesos.

En relación con los recursos materiales, un reto ambiental considerable de la nueva industria es la generación de residuos. En muchas industrias esto depende directamente de la gestión del agua, y, en todo caso, ésta misma constituye un objetivo central de la gestión ambiental. La moderna tecnología se orienta decididamente a evitar la propia generación de residuos. Resulta relativamente fácil inspirarse en los sistemas ecológicos naturales para acortar eficazmente la trayectoria entre la producción de residuos y su transformación -«tratamiento» o «eliminación», en la terminología industrial-. El reciclaje no debe ser un proceso de larga trayectoria. En la naturaleza, solo en los ecosistemas más inmaduros lo es -aunque en muchos casos los residuos actúan en los sistemas naturales a manera de eficaces mecanismos *feed-back*-. Se trata, esencialmente, de establecer vías de rentabilidad económica en el control de residuos. Esto puede hacerse mediante estrategias de creación, a partir de ellos, de productos comercializables que no contaban hasta ahora con un mercado definido. Así, el residuo de CO<sub>2</sub> de la industria cervecera ha contado habitualmente con un cliente seguro en el sector de las bebidas refrescantes -una especie de «ciclo cerrado de la materia» basado desde luego en un residuo de alta calidad química- pero otros muchos subproductos industriales no gozan de esa perspectiva. Algunos de los denominados residuos «peligrosos» contienen realmente productos químicos cuya propia obtención constituye la finalidad de



determinadas industrias. Estas satisfacen el mercado de los mismos con una competencia que estaría cada vez peor justificada en el marco de una economía ambiental.

Aprender de la complejidad alcanzada en el sistema económico es bueno<sup>10</sup>. Este sistema ofrece una buena base para invertir conocimientos en la biosfera. En la naturaleza, los sistemas complejos conectan directamente los procesos de producción, generación de residuo y consumo. No es energéticamente rentable mantener los residuos en el medio ni inutilizarlos. A veces se produce una capitalización energética sin fines productivos -madera, carbón, petróleo, gas que los biólogos se explican mal. Aquella eficacia se consigue, no obstante, con un sistema bueno de transporte. Curiosamente la eficacia de este transporte se basa en que los recorridos son muy cortos. Este equilibrio de eficacias «producción-longitud del transporte-consumo» constituye probablemente una de las bases fundamentales en que asentar la integración de la economía en el medio ambiente.

#### Referencias

- 1) Díaz Pineda, F. «Ecología de los sistemas agrarios», en Molina, A. (Ed.) *Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad*, Publicaciones de la Comunidad de Castilla-La Mancha, 1995, págs. 5-17.
- 2) Díaz Pineda, F. (Ed.) *Ecología y desarrollo*, Editorial Complutense, Madrid (en prensa).
- 3) Margalef, R. *Ecología*, Ed. Omega, Barcelona, 1975.
- 4) Schmitz, M.F. et al. *Modelo ecológico de referencia sobre el funcionamiento de una cuenca*, INI-ENRESA, Madrid, 1992.
- 5) White, I.D., Mottershead, D.N. y Harrison, S.J. *Environmental Systems*, Unwin, Boston, 1984.
- 6) Park, c.c. *Ecology and Environmental Management*, Butterworths, Londres, 1980.
- 7) Naredo, J.M. y Parra, F. (Eds.) *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, Siglo XXI, Madrid, 1993.
- 8) Cairncross, F. *Las cuentas de la tierra*, Acento, Madrid, 1993.
- 9) Daly, H.E. «Desarrollo sostenible y escala óptima de la economía», en Díaz Pineda, F. (Ed.) *Ecología y Desarrollo*, Editorial Complutense, Madrid (en prensa).
- 10) Díaz Pineda, F. «Sobre los factores clave de la interacción hombre-biosfera», en Díaz Pineda, F. (Ed.) *Ecología y Desarrollo*, Editorial Complutense, Madrid (en prensa).

(\*) *Texto fundamental de la conferencia inaugural pronunciada por el autor en el I Seminario Nacional de Auditorías Ambientales, Madrid, noviembre de 1995.*

#### Fecha de creación

29/03/1996

#### Autor

Francisco Díaz Pineda