

La contaminación ambiental

ALFONSO MATA J.*

—El dilema básico de la comunidad moderna es que la ciencia y la tecnología han expandido el bienestar humano, pero no su juicio—.

Walter P. Reuther

INTRODUCCION

El término contaminación, desde un punto de vista amplio, se refiere a cualquier cambio en el ambiente natural producido por sustancias químicas, por factores físicos o biológicos (Cuadro No. 1). Un ambiente natural es difícil definirlo pues el hombre desde que existe ha afectado muchísimo al medio, de modo que el término es de difícil aplicación.

Por eso es que **ambiente natural** más bien se refiere al medio que rodea al hombre en términos de la pureza del aire y del agua, de limpieza y estética del paisaje, etc. Por otro lado también es difícil aceptar que los cambios efectuados en el ambiente por fenómenos naturales, como las erupciones volcánicas, sean una contaminación del ambiente. Podríamos hablar tal vez de una "contaminación natural".

De manera muy generalizada se ha estado aplicando el término CONTAMINACION a las consecuencias nocivas de la actividad humana sobre el ambiente y en este sentido hablaremos de ahora en adelante.

CUADRO No. 1. Tipos de contaminación

<p>A. QUIMICA</p> <p>1. Inorgánica ácidos, bases, sales de metales pesados, sales solubles, etc.</p>	<p>B. FISICA</p> <p>Térmica, acústica, color, lumínica, radioactividad, suspensión de sólidos (arenas, sedimentos, suelo, cenizas, basuras)</p>	<p>CH. BIOLÓGICA</p> <p>Bacterias, hongos, virus toxinas, protozoarios, plantas fotosintéticas, etc.</p>
<p>2. Orgánica proteínas, grasas, jabones, detergentes, carbohidratos, resinas, aceites, taninos, pesticidas, hidrocarburos, etc.</p>	<p>C. FISIOLÓGICA</p> <p>Olor, sabor</p>	

* Alfonso Mata Jiménez, Ph.D., Centro de Investigación en Contaminación Ambiental CICA, Universidad de Costa Rica,

EL IMPACTO AMBIENTAL

No hay duda que el desarrollo técnico del ser humano le ha permitido poco a poco, ir manipulando su entorno. En los últimos tiempos, los sistemas técnicos, económicos y políticos basados en la fuerza económica impulsada por la era industrial, han sufrido una mutua retroalimentación tan amplia y efectiva que el crecimiento y el desarrollo material han ido acelerándose cada vez más. Este proceso se ha visto acentuado después de las dos guerras de este siglo, de modo que es cada vez más difícil a los hombres el control de aquellos sistemas, ya no digamos tanto para intentar detenerlos, como para poder encauzarlos de acuerdo con la realidad de su propia existencia biológica, con nuevos modelos económicos que le den el lugar que le corresponde a la Naturaleza.

Estamos viviendo una época de desequilibrio. ¿Cómo podríamos tener una imagen de este desequilibrio entre el ambiente físico-biológico y la tecnología, los sistemas sociales y la política? El asunto es bien complejo, pero una visión simple puede ser la siguiente: en la prehistoria sucedía que la interacción entre el desarrollo tecnológico y el sistema socio-económico de tribus sedentarias o nómadas asociadas a un control natural de la población, no imprimían en el medio un daño apreciable. Sin embargo conforme pasó el tiempo la situación fue cambiando. Por ejemplo, se sabe que en las costas del Mediterráneo, lo que hoy son tierras desérticas casi en su totalidad eran antes inmensos bosques de cedros y maderas finas. Ya desde gloriosas épocas de griegos y romanos esas áreas fueron sometidas a una deforestación masiva. La naturaleza no absorbió el impacto del hombre.

Durante muchos siglos la contaminación ambiental no fue problema. En el caso de las aguas éstas eran suficientes para proveer del líquido a las actividades diarias y también permitían una dilución amplia de los desechos. Sin embargo, hoy día se ha sentido el impacto del agotamiento de la capacidad de autodepuración de los ríos y mares. A pesar de que la Organización de las Naciones Unidas declaró la década de 1970 como la del abastecimiento de agua para tanta población en el mundo subdesarrollado sin agua, después de los diez años se reconoce que las necesidades son cada vez mayores.

LA RECUPERACION DEL AMBIENTE

El hombre, a diferencia de las demás especies vivientes sobre la tierra, es un animal que puede adaptarse artificialmente a casi todos los hábitats; con sus inventos, instrumentos y técnicas, puede efectuar un impacto en cualquier ecosistema o lugar de la tierra, de manera muy extensa y en períodos muy cortos de tiempo. La naturaleza se recupera muy lentamente y a veces no puede hacerlo del todo. Las interacciones de la especie humana con el medio le han traído toda clase de beneficios temporales a una generación, pero la destrucción no ha dado cabida a un disfrute semejante de los recursos naturales por parte de otras generaciones. Esta ha sido la tónica generalizada en la historia de la humanidad, pues el hombre ha hecho desaparecer especies de animales, ha salinizado suelos, ha creado desiertos, ha contaminado ríos y lagos, está favoreciendo la erosión de sus mejores suelos. La Historia registra un sinnúmero de casos en que los pueblos se mueven dominando a otros en busca de recursos. Los estados han propiciado el uso de la tecnología sin el control adecuado de la misma, sin estudiar las implicaciones negativas que puede tener.

Podemos elaborar un diagrama que represente las relaciones entre las actividades humanas y el entorno; entre el aprovechamiento de los recursos naturales que le brinde la naturaleza y la recuperación de ella; esta es la Figura No. 1.

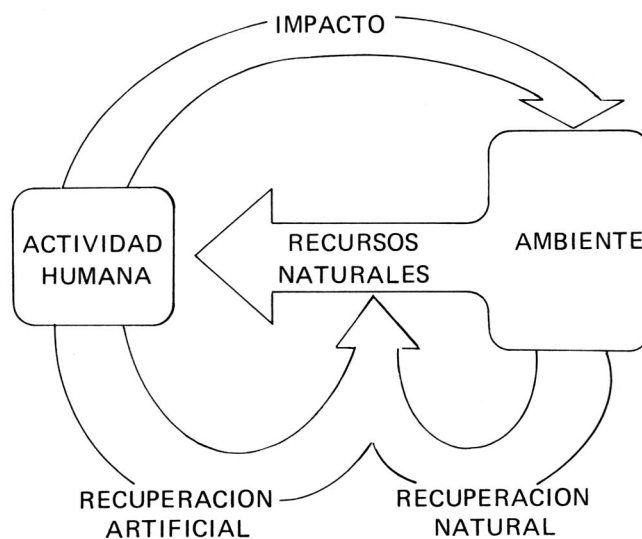


FIGURA No. 1. Diagrama impacto-recuperación.

La naturaleza misma se regenera, aunque de manera lenta. Un río contaminado con materia orgánica (mieles del café o melazas de los ingenios, por ejemplo) puede autodepurarse, por la generación de altas poblaciones de bacterias que consumen al contaminante, y aquellas luego mueren depositándose en el fondo; en el proceso se liberan nutrientes para otros procesos biológicos. Esta recuperación natural es tan notoria que algunos ambientalistas europeos consideran esta capacidad como otro recurso natural a disposición del hombre, por medio del cual puede deshacerse de parte de sus desechos. Ahora, no todos los contaminantes que van al agua, al aire o al suelo son degradables en corto tiempo.

También hay contaminantes no degradables en el ambiente, ya por ser muy tóxicos, o simplemente por ser inertes a la acción enzimática de los organismos o a la intemperización (meteorización). Los plaguicidas persistentes pueden permanecer en el medio por años, sus efectos se hacen notorios por medio de procesos de magnificación y acumulación en las cadenas alimentarias de los diferentes ecosistemas. Los detergentes llamados duros o semiduros, son muy lentamente biodegradables, y producen efectos deletéreos en las especies de los ríos, producen espuma que dificulta el tratamiento de las aguas residuales, etc.

De esta manera es que se han dado varias clasificaciones de los contaminantes, dependiendo de su escasa o mayor toxicidad, o dependiendo de su alta o nula degradabilidad. Algunos contaminantes pueden ser altamente tóxicos pero de rápida degradación. Este sería el caso aplicable a los sulfuros de las tenerías, que se oxidan más o menos rápidamente (con buena aereación), o de los ácidos que llegan al mar y son neutralizados rápidamente. Por otro lado un contaminante como el petróleo produce un impacto de mucha importancia sobre la fauna marina inmediatamente después del derrame, pero al cabo de una semana la intemperización ha bajado la actividad tóxica de la mancha, y quedan únicamente las breas que si bien no tienen gran efecto sobre las especies marinas, contaminan las playas a un grado tal que las pérdidas por la baja en el turismo son también cuantiosas. Se dan numerosas fugas naturales de petróleo en los yacimientos bajo el fondo marino, sin embargo hay bacterias que van degradando muy lentamente los hidrocarburos. Se produce una recuperación natural. A pe-

sar de esa recuperación, el trasiego del oro negro es tan voluminoso hoy día, que el impacto de los derrames es sensible, sobre todo cerca de las áreas de gran tráfico de tanqueros y en las terminales petroleras.

Estrictamente hablando, sin tomar en cuenta la flecha inferior izquierda, el modelo de la Figura No. 1, sería el de una situación de perfecto equilibrio, que se aplicaría únicamente al hombre primitivo, recolector de frutos y raíces, cazador de pequeñas presas. Pero el desequilibrio se ha dado desde que tenemos conocimientos de la historia. Platón se quejaba del estado de destrucción en que estaban quedando las Islas del Mar Egeo, deforestadas por la construcción de barcos y por el empleo de la madera en otros usos, sin que se tomaran medidas que permitieran al bosque regenerarse. Hoy día sabemos que esas islas son desérticas y que han perdido el 98% de sus suelos. Las tierras del Norte de Alejandría, en Egipto, eran viñedos maravillosos hace dos mil años. Hoy día son desiertos. ¿Qué será de nuestro mundo dentro de 50 años con toda la contaminación a que está siendo sometido?. Sin embargo, así como han existido culturas que lentamente destruyeron su hábitat, también el Hombre ha inventado técnicas y formas de alterar el entorno de manera armónica. Contra la contaminación ambiental el hombre moderno está creando diferentes formas de combatirlas, a un costo muy alto de capital y energía, pero en busca de un equilibrio que le permita seguir viviendo en el planeta. El hombre ha producido también desde hace mucho, sistemas artificiales amortiguadores o de equilibrio, y hoy más que nunca debe ser consciente de su participación en la recuperación del ambiente, para mantener los medios de supervivencia. Es posible la recuperación.

En la actualidad el modelo impacto—recuperación debe ser el que incluye la flecha inferior izquierda, correspondiente a la recuperación artificial, antropogénica, y la conservación ambiental, tal y como se ve en la Figura No. 1.

Los aspectos utilitarios del agua nos pueden servir como un ejemplo claro de la necesidad de mantener este recurso limpio. El agua es el elemento natural más importante desde el punto de vista de la supervivencia del hombre y de la contaminación ambiental. En el cuadro No. 2 se da una lista de sus principales aspectos utilitarios como recurso natural. La contaminación física por sedi-

mentación hace que muchos ríos no sirvan para la navegación, estos ríos se ensanchan y pierden fondo, debido al mal uso de las cuencas que producen el agua (deforestación, agricultura irracional, ganadería en laderas, etc.). La misma contaminación hace que una represa hidroeléctrica pierda su capacidad receptora de agua con lo que disminuye su potencial. La irrigación agrícola es inconveniente cuando las aguas fluviales están contaminadas con detergentes y desechos industriales.

CUADRO No. 2. Aspectos utilitarios del Recurso Natural Agua.

1. AGUA POTABLE
2. IRRIGACION
3. AGUA PARA LA INDUSTRIA
4. GENERACION DE ENERGIA
5. INVESTIGACION CIENTIFICA
6. RECREACION
7. TRANSPORTE (NAVEGACION)
8. PRODUCCION BIOLOGICA
9. VEHICULO DE DILUCION
10. OTROS USOS

Si la industria necesita agua de magnífica calidad para generar vapor o para otros procesos, ¿cuánto más necesario será que el agua esté limpia para ser ingerida por humanos? En fin, cada aspecto en sí justifica el hecho de que una vez usada el agua debe ser devuelta al medio lo más limpia que sea posible.

Sin embargo, hemos ido abusando cada vez más de ese fluído maravilloso: las cadenas de contaminación se han ido dando una tras otra (cuadro No. 3), de diferentes características según sean de zonas industrializadas, urbanas o de regiones agrícolas.

CUADRO No. 3. Cadenas de contaminación.

INDUSTRIAL	URBANA	AGRICOLA
Papel	Restaurantes	Beneficios de café
Automóviles	Hogares	Ingenios de azúcar
Petroquímica	Edificios públicos	Agroquímicos
Fundiciones	Lavanderías	Mataderos
Metalurgia	Mercados	Granjas animales
Electricidad	Agroindustrias	Tenerías
Textiles	Hospitales	Basureros
Cementos	Gasolineras	

Las cadenas de contaminación de zonas de alta industrialización, casi siempre producen los contaminantes menos absorbidos o degradados por el ambiente (metales pesados, ácidos y bases, hidrocarburos policlorados, etc.). Estas cadenas se dieron primero en países muy desarrollados, pero se están produciendo en los que están en vías de desarrollo. Eso se debe a que parte de esas industrias están siendo exportadas desde algunos países ricos, para escapar de la aplicación de las regulaciones ambientales establecidas en ellos, como una forma de evitar que el nivel de contaminación suba.

Como los países subdesarrollados cuentan con poca o ninguna legislación y no tienen controles protectores del ambiente, las grandes compañías de los países ricos eluden atender los altos costos de decontaminación, estableciéndose en nuestros países.

Los países en vías de desarrollo presentan una agroindustria que genera contaminación temporal, pues los desechos orgánicos son biodegradables. Aunque la contaminación por agroquímicos es muy seria, otros tipos de contaminación (como el de las tenerías) está en vías de disminución apreciable. Como ya dijimos, la naturaleza presenta una notoria recuperación. Sin embargo la naturaleza ya no soporta, en muchas partes del mundo el peso del hombre y empieza a morir lentamente. El hombre crece y crece, la biosfera no. Lo más grave de todo es que es este factor del ambiente total el determinante de la vida misma. Nosotros no podemos comernos nuestros propios inventos ni vivir de nuestra propia contaminación ambiental ni comer petróleo ni hierro; sino, más bien, necesitamos agua pura, aire fresco y necesitamos las plantas como únicos seres capaces de darnos energía para vivir.

Por otro lado, el gran desarrollo ha elevado el nivel de vida, y esto junto con el alto consumo de energía debería aliviar la lucha por la existencia, liberar nuestra vida de tensiones y preocupaciones. Sin embargo, se agranda poco a poco la brecha entre los países muy desarrollados y los más pobres, se agudizan los estados de opulencia y de carencia total, aumenta la neurosis y la venta de calmantes.

Creo que hay dos factores importantes que determinan la lentitud de la búsqueda de soluciones a esta situación tan apremiante: la dinámica

misma del crecimiento económico actual y el desconocimiento de cuál es el lugar que realmente le corresponde al hombre como ser biológico en el medio. Es así, pues, como el hombre no solo se ha convertido en el ser principal sino también en el más crítico de la biosfera. En otras palabras el hombre es el benefactor de la humanidad, pero a la vez puede que sea su verdugo. Creo que ha llegado el momento en que no solo debemos hacer un uso racional de los recursos, sino que también estamos obligados a un uso racional de la tecnología.

Otros factores que afectan las relaciones del hombre con el medio:

1. Los componentes del medio y los flujos de energía.

El medio podría dividirse en tres clases de componentes fundamentales: el físico, el biológico y el social o cultural. El primero puede tener unos cinco millones o seis millones de años y se encuentra ahora en un proceso dinámico lento en que la energía original más la generada por la desintegración nuclear en el interior de la tierra se van transmitiendo lentamente al espacio. Este flujo de energía, para efectos de la edad del hombre y los seres vivos, se puede considerar como en un estado de total equilibrio. El componente biológico es más complejo que el físico y puede tener unos mil millones de años; este componente se localiza en la superficie de la tierra y está en un proceso de franca absorción y disipación de la energía que viene del sol, sustentándose este proceso en las plantas fotosintéticas. El último, el componente social, es muchísimo más joven y es dramáticamente complejo. Una de sus principales características es el veloz flujo energético de sus actividades. Para poderse sostener, este componente recurre no solo a las fuentes de energía vegetales y animales, (energía proveniente del sol), sino que consume las fuentes fósiles generadas a lo largo de millones de años, en última instancia también energía solar. Con estas fuentes, se puede transformar la materia de estados de entropía baja en entropía alta, con una inevitable producción de contaminación. Pero, ¿qué va a hacer la humanidad cuando se acabe el recurso fósil? Se descuenta ya que el recurso de energía nuclear sea la solución. ¿Podremos captar artificialmente la energía solar en suficiente cantidad como para mantener el sistema? Analicemos ahora rápidamente el componente biológico llamado la

BIOSFERA, que es la que sostiene toda la vida sobre el planeta.

2. La biosfera y el ciclo vital

Muchísimas personas creen que los recursos son infinitos, que en un determinado territorio pueden haber millones y millones de personas. Ciertamente existe la regeneración de la biomasa, pero este es un proceso delicado, susceptible y complejo.

La tierra es un globo de 13 000 kilómetros de diámetro. Todas las formas de vida sobre ella existen únicamente en una capa superficial de 18 kilómetros de grueso llamada biosfera (aire y profundidades oceánicas). Un 99% de toda esa vida se encuentra en una zona de tan solo 3 kilómetros de espesor, lo que equivale a una película de papel celofán que envolviera una bola de fútbol. Realmente es pequeña nuestra biosfera. Y no crece, al contrario, la tendencia actual es a desequilibrarse. Un 72% de su superficie está cubierta por agua, y del 28% cubierto por tierras, más de las dos terceras partes son demasiado áridas, muy frías o empinadas y con suelos del todo inadecuados para la agricultura. Dicho de otra manera, solamente un 30% de la extensión mundial de tierra es adecuada para el cultivo de alimentos.

Estudios recientes indican que una novena parte de estas tierras fértiles están siendo amenazadas por los procesos de desertificación que lentamente las invaden. Mucha de esa tierra está siendo contaminada con excesos de plaguicidas, con basuras, sustancias radioactivas y desechos industriales de toda clase.

Por otro lado, los mares se consideran desiertos biológicos pues solamente un 10% de sus aguas mantienen el 95% de la vida marina: lo interesante del caso es que esas aguas altamente productivas son las costeras, precisamente sobre las plataformas continentales, las aguas que llenan los esteros, manglares y otros sistemas ecológicos que sostienen toda una serie de cadenas alimentarias, base de la gran producción biológica del mar. Pero ¿no es precisamente a esas aguas adonde van a parar los desechos que estamos tirando a los ríos y en las costas por todo el mundo? Desgraciadamente así es. La enorme capacidad de dilución de los océanos con sus abismos no se puede usar a no ser por medio de muy costosas tuberías. En cier-

tas partes de Europa, y en vista de la tremenda contaminación efectuada en sus mares, algunas industrias minerales instalan costosísimas tuberías (emisarios) para deshacerse de sus lodos contaminantes, enviándolos hacia los abismos marinos. Por supuesto que esta es una solución también temporal, pues algún día, cuando menos se espere, se apreciarán las consecuencias de ese método de desecho. Algo parecido puede decirse del agua dulce como recurso fundamental. Cerca del 97,5^o/o de toda el agua que hay en la tierra está en los océanos y un 2,5^o/o se localiza en los casquetes polares, lagos, ríos y aguas subterráneas. La obtención de agua fresca en las zonas polares está todavía muy fuera del alcance de la tecnología moderna, y aunque ese recurso representa el 98^o/o de toda el agua fresca del mundo, estamos todavía lejos de empezar a usarla a precios lógicos. Del 2^o/o del agua fresca restante, aproximadamente la mitad está como agua subterránea y a profundidades mayores de 350 metros, por lo que su obtención es muy poco práctica o del todo imposible en la actualidad. Solo una cantidad muy pequeña, aproximadamente el 0,002^o/o del agua total del planeta, está a mano del hombre, dentro del marco del ciclo hidrológico.

Sin embargo, no toda esa agua está actualmente disponible, a no ser que se invierta dinero en su descontaminación. De modo que cuando se habla de contaminación ambiental no estamos jugando; el recurso agua no es ilimitado, sino que cada día será más costoso y escaso. La vida humana depende del agua dulce, así como se depende del oxígeno puro del aire. Las comunidades humanas se desarrollan solamente donde ella está a la disposición. Sin embargo, en cuanto las comunidades van creciendo y aumenta la población, esas exigencias de agua van creciendo todavía con mayor rapidez y las corrientes de agua superficial (los ríos) resultan insuficientes y se estropean por la contaminación; se recurre entonces al agua subterránea, más costosa y amenazada por la contaminación ambiental. Además, al aumentar la población aumenta la contaminación, y con el avance de la tecnología para el consumo se busca más comodidad superflua. Los ciudadanos consumen más y así se van reduciendo las disponibilidades de agua en un círculo vicioso.

Las aguas de las lluvias infiltradas por el suelo producen el agua subterránea que se va desplazando lentamente a través de la porosidad de las rocas del subsuelo. Los pozos que nos brindan el agua de

las profundidades por lo general están sacando más agua de la que se repone, y las reservas geológicas bajo la superficie están disminuyendo en todo el mundo. Dada la urgente necesidad de agua, se está pensando en aprovechar aguas de estratos muy profundos que han permanecido allí por millones de años. En Libia, por ejemplo, se descubrió a 700 metros de profundidad, bajo las áridas arenas, un lago con una superficie de cientos de kilómetros. Se estima que esas aguas pueden irrigar unas 30 000 hectáreas durante 300 años. Pero el bombeo de esta agua es como bombear petróleo —que se formó probablemente en la misma época geológica— ya que una vez extraído jamás se repondrá.

3. Los crecimientos progresivos

Es necesario tomar en cuenta también los crecimientos acelerados. Tomemos el ejemplo del lirio que crece muy rápido en un estanque para peces dorados. Este lirio se reproduce duplicándose cada semana. Si tarda 100 semanas en cubrir totalmente la superficie de estanque, ¿cuántas semanas tardará en cubrir el 50^o/o de la superficie? Se necesitan 99 semanas. De las 100 todavía en la 99 los peces tenían posibilidades de sobrevivir respirando del agua aireada de la mitad de la pileta, cuando la crisis es inminente. Basta una semana más para que la existencia de los peces termine, y para que lirio que se reproduzca, lirio que se hunda por no haber más espacio. Algo parecido sucede con la población del mundo. La tasa de crecimiento actual hace que se duplique en el término de 35 años. Pero así como el estanque tiene su límite de soporte a la población de lirios, ¿porqué no pensar lo mismo de la Biosfera? ¿Sabremos evitar llegar al punto en que la crisis ecológica sea determinante para la humanidad? Pensemos en la República Popular China con sus mil millones de habitantes. Teniendo un 2^o/o de crecimiento anual, en el año 2015 tendrá dos mil millones, nada menos que la mitad de la población del mundo hoy. (Costa Rica tiene un índice de 2,3^o/o anual. La ciudad de San José crece a más del 7^o/o).

El consumo del mundo desarrollado de hoy (y también de los subdesarrollados que viven como ricos a punta de préstamos) es tan elevado que es posible predecir el agotamiento de los recursos fósiles a corto plazo. Las compañías petroleras transnacionales, sin embargo predicen que indefectible-

mente el consumo de energía será cada vez mayor, aunque no de manera exponencial. Lo peor de todo es que no existen políticas tajantes y resolutoras del problema, ni siquiera en los países pobres y pequeños, donde la crisis financiera es mil veces más aguda. Estamos quemando miserablemente el recurso. Solo un 80/o se usa en la industria química, para sustituir recursos naturales en cantidades que tal vez ya no se pueden generar naturalmente, como las fibras, medicinas, etc. También se conocen las posibilidades de agotamiento de las reservas minerales explotables. Pero la tendencia es a seguir creciendo dentro de un mismo modelo económico. Por leyes inmutables de la termodinámica y de conservación de la materia, a mayor consumo de recursos, mayor la contaminación.

El esfuerzo económico para poder contener la contaminación ha sido inmenso y solo los países ricos han podido llevar adelante algunos programas para su control parcial, o su traslado tanto a botaderos marinos o la incineración total, como por medio de la exportación de tecnología contaminante, a otros países que no tienen controles estrictos contra la contaminación, como señalábamos anteriormente. ¿Qué pasaría si tan solo la mitad de los países subdesarrollados llegaran al estatus de los desarrollados, siguiendo los mismos sistemas económicos del mundo actual? Creo que del todo no sería posible. Solo los EEUU, teniendo un dieciseisavo de la población del mundo, consume cerca del 500/o de los recursos y energía que se producen. La brecha es muy grande y cada vez se ensanchará más, de modo que, o cambiamos de modelos con una nueva concepción económica en las relaciones hombre-medio, o el desarrollo que se concibe actualmente en los niveles de decisión política, nos podría llevar al desastre ecológico.

CONCLUSION

No pretendo con las ideas aquí expresadas, causar alarma histérica sobre una posible debacle de la cultura occidental, consumida por su propia grandeza tecnológica. Pero los hechos son hechos. Hay que reconocer que es necesario tomar conciencia primero y realizar las acciones inmediatamente después, para poder empezar a perfilar una mejor relación del ser humano con su ambiente. Somos modificadores del ambiente desde que somos inte-

ligentes, ¿pero acaso somos lo suficientemente ciegos como para convertirnos en sus destructores?

Esta civilización tecnológica nosotros la hemos diseñado. Podemos hacerla nuestro sirviente ¡en lugar de permitirle ser nuestro amo!

John W. Gardner

LITERATURA CONSULTADA

1. American Chemical Society, "Cleaning Our Environment". **The chemical basis of action**. Washington, 1979.
2. Ehrlich, P. **Ecoscience**. California: W.H. Freeman, 1977.
3. National Academy of Science. **Resources and man**. California: W.H. Freeman, 1969.
4. Golberg, Edward. **The health of the oceans**. París: The Unesco Press, 1976.
5. Mesarovic y Pestel. **Mankind at the turning point**, New York: E.P. Dutton, 1974.
6. Eckholm, Erick. **La tierra que perderemos**. Buenos Aires: Ediciones Tres Tiempos, 1977.
7. Turk; Turk y Wittes. **Ecología, contaminación, medio ambiente**. México: Interamericana, 1973.
8. Strobbe, Maurice. **Orígenes y control de la contaminación ambiental**. México: Editorial Continental, 1973.
9. Holdridge, Leslie. **Ecología basada en zonas de vida**. San José: Instituto Interamericano Ciencias Agrícolas, 1971.
10. Owen, O. **Conservación de recursos naturales**. México: Ed. Pax, 1977.