

Contaminación y recursos naturales renovables

Mauricio Schoijet Argentino. Doctor de Metalurgia. Profesor titular del Departamento El Hombre y su Ambiente de la Universidad Nacional Autónoma Metropolitana - Xochimilco, México.

La evolución histórica de la contaminación ambiental

La historia registra la gravedad de los problemas ambientales que se vivieron en Inglaterra a partir de la Revolución Industrial. Los problemas sanitarios eran particularmente graves en las ciudades inglesas a mediados del siglo pasado, en especial en Londres. En parte estos problemas fueron resueltos mediante un avance tecnológico, es decir, con la introducción de sistemas de tratamiento de aguas cloacales. También era considerable la contaminación atmosférica en dichas áreas urbanas. Sin embargo, se trataba de problemas de carácter local y de corto alcance temporal, en el sentido de que los tiempos necesarios para el restablecimiento del equilibrio ecológico inicial podrían suponerse cortos. En efecto, por un lado nadie podía pensar en esa época que el uso del carbón y el considerable aumento del volumen de los procesos industriales iban a afectar el equilibrio de la atmósfera a nivel global, con posibles alteraciones del clima, por otro lado, si alguna causa natural o alguna dislocación social importante hubieran causado una drástica reducción de la población londinense, podría suponerse que el río Támesis volvería en unos meses a su situación de equilibrio ecológico anterior a la contaminación masiva de las aguas cloacales.

La situación actual es totalmente diferente, en tanto que han aparecido y se han difundido materiales como los plásticos y diversos contaminantes que el medio natural elimina muy difícilmente: plaguicidas, detergentes, metales pesados como el mercurio, materiales radioactivos. Con ellos las vidas medias de los productos contaminantes se alargan hasta alcanzar el orden de décadas, de siglos y de miles de años. El uso de materiales radioactivos, cuya producción mundial era del orden de unos gramos por año a comienzos de siglo, pasó en medio siglo a miles de toneladas. Estos materiales llevan a su máxima expresión los efectos de largo alcance, ya que los derechos radioactivos de las centrales nucleares tienen vidas medias que llegan a decenas de miles de años, por lo cual su manejo excede toda previsión posible sobre el futuro de la humanidad. También hay que mencionar que han aparecido fenómenos nuevos, como la eutroficación de lagos por acción humana. Si bien las causas de estos fenómenos son conocidas, ellos ocurren en sistemas complejos en los que nunca hemos observado una reversión a la situación inicial, por lo cual desconocemos la escalada de tiempo en la cual medidas apropiadas podrían restablecer el equilibrio inicial.

Efectos de la contaminación atmosférica a nivel global

Los procesos industriales y el transporte producen gases contaminantes tales como el monóxido y dióxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, ozono y otros gases. En tanto que el dióxido de azufre puede afectar la vegetación y la salud humana a nivel local y los cambios en la concentración del ozono podrían causar series problemas de salud a nivel global, el dióxido de carbono presenta los mayores peligros por cuanto podría dar origen a grandes cambios climáticos, que tendrían repercusiones importantes sobre los recursos naturales renovables, hasta llegar a causar perturbaciones sociales de gran magnitud. Aunque la cantidad de CO₂ en la atmósfera es pequeña, los efectos físicos que produce en el clima son importantes. También se lo encuentra disuelto en los océanos.

La superficie de la tierra recibe radiación solar, la cual es parcialmente absorbida y remitida como radiación de mayor longitud de onda, la que es absorbida por las moléculas de CO₂, que la transfieren a la atmósfera en forma de energía térmica, la que tiene influencia sobre el clima. Este fenómeno se llama efecto de invernadero porque es semejante al que ocurre en un invernadero, en el que la radiación atraviesa el vidrio y calienta el suelo, pero como el vidrio es un aislante térmico el calor no puede escapar al exterior.

Se supone que un aumento del CO₂ en la atmósfera produciría una mayor absorción de la radiación remitida, y con ello un aumento de la temperatura media en la atmósfera, un aumento de unos pocos grados derretiría los casquetes polares, y ello haría aumentar el nivel del mar, inundando grandes áreas costeras.

Las estimaciones sobre la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera hacia mediados del siglo pasado la sitúan entre 275 y 285 partes por millón. En 1957 comenzaron las primeras observaciones precisas en Hawaii, lejos de cualquier fuente industrial. La concentración era de 310 partes por millón, y actualmente ha llegado a 335. Al mismo tiempo ha aumentado la presencia de partículas de polvo, que reflejan la radiación solar, por lo que tienen un efecto contrario al del CO₂.

El consumo global de combustibles fósiles aumenta a un 4% anual, lo cual significaría que aumenta al doble en 16 años. Se han hecho modelos globales de computadores que predicen un aumento de 2 a 3°C en la temperatura promedio de la atmósfera para el año 2025. Aunque existen incertidumbres debidas al efecto del polvo y a la escasa información sobre los mecanismos por los cuales en CO₂ es absorbido por los océanos, los modelos de comportamiento de la atmósfera muestran que a un aumento global de la temperatura del orden del mencionado corresponderían calentamientos locales - en el norte de Rusia, Finlandia y Siberia -, y enfriamientos - en países como Japón, la India, Turquía y España -. Ello causaría cambios en el patrón de distribución de lluvias, con aumentos en la India y el Medio Oriente y disminución sobre los Estados Unidos, Europa, Japón y Rusia, lo que podría originar serios daños en las regiones que producen granos básicos. Se

ha estimado que un cambio de 1°C en la temperatura promedio en la zona maicera de los EEUU reduciría los rendimientos promedio en un 11%. Por otro lado, el mismo aumento de temperatura podría resultar beneficioso para las mayores zonas arroceras del mundo, en las que podrían aumentar los rendimientos aunque las lluvias disminuyeran. Debido al hecho de que muy pocos países exportan granos, la cosecha cerealera de los EEUU es vital, y una disminución del 10% en su cosecha cerealera cambiaría las condiciones del mercado mundial de una manera que podría resultar desastrosa para las poblaciones hambrientas de los países menos desarrollados.

Algunos climatólogos sostienen que la transición del estado actual de la atmósfera a uno dominado por el efecto de invernadero estaría acompañado por variaciones severas en el clima, es decir, fluctuaciones erráticas en la temperatura y la precipitación de un año a otro, que resultarían observables antes de que se detectara el calentamiento global de la atmósfera. Estos investigadores sostienen que la sequía de Sahel en la década de los años setenta habría sido una de las primeras respuestas de la "máquina del tiempo" a las perturbaciones debidas al efecto de invernadero, y que estos efectos podrían repetirse. Todo ello sugiere que los países menos desarrollados podrían resultar los más afectados por estas variaciones globales del clima, en tanto que los países que son los mayores responsables, es decir los industrializados que son los grandes consumidores de combustibles, serían los menos afectados¹.

Plaguicidas, fertilizantes, detergentes y metales pesados

Si no se han cumplido las predicciones del economista inglés Thomas Malthus (1766-1834) en el sentido de que debido a que la producción de alimentos tendería a crecer menos que la población, las enfermedades y el hambre limitarían el crecimiento de ésta, ello se debe no sólo a la mejora de las condiciones sanitarias sino al aumento de la extensión de tierras cultivadas y a un enorme aumento de la productividad agropecuaria. Dicho aumento se debe en parte al uso de variedades mejoradas - la llamada Revolución Verde - y al uso de fertilizantes y plaguicidas. La Revolución Verde conlleva la reducción de la diversidad genética, lo que aumenta la vulnerabilidad frente a las plagas, que es igualmente acrecentada por factores como el monocultivo y el carácter de gran escala de la explotación agropecuaria moderna.

La aplicación masiva de plaguicidas organoclorados como el DDT produjo en un comienzo una ola de optimismo, porque permitió la eliminación de mosquitos portadores de enfermedades en grandes áreas. Sin embargo, esta sustancia no es biodegradable, es decir, que su descomposición en el ambiente es muy lenta, y los productos de su degradación también son tóxicos, tendiendo a acumularse en los suelos, para pasar a los cursos de agua, y de allí a concentrarse en cantidades cre-

¹ John Gribbin en "The politics of carbon dioxide" en *New Scientist* del 9.4.1981, p. 82.

cientes en diversos organismos que constituyen la cadena alimenticia. A través de este mecanismo, una cantidad extremadamente pequeña de un biocida persistente tiene efectos inesperados sobre el ecosistema. La concentración en los organismos que están en la parte final de una cadena alimenticia, por ejemplo aves que se alimentan de pequeños crustáceos presentes en un lago, llega a ser cien mil veces mayor que la concentración en el lodo del fondo, y es suficiente para interferir con la reproducción de las aves². Se han detectado fenómenos similares en peces y ostiones. La aplicación del DDT ha causado hecatombes de peces, particularmente en especies valiosas como los salmónidos, en aves y en pequeños mamíferos. Como las vacas se alimentan de hierbas, cuando las hierbas han sido tratadas con organoclorados, estas sustancias se acumulan en la grasa y reaparecen en la leche. Investigaciones realizadas en Nueva York en gran número de lactantes con malestares digestivos, permitieron comprobar que el 80% de las madres que criaban niños de pecho eliminaban DDT en su leche, transfiriéndolo a las criaturas.

En las aves, la absorción de insecticida produce modificaciones en el metabolismo del calcio, que causan el adelgazamiento de la cáscara de los huevos y la consecuente destrucción, motivo por el cual se ha observado una disminución dramática en las diversas especies amenazadas de extinción.

El costo humano de los plaguicidas en términos de trabajadores-agrícolas y campesinos enfermos o muertos por intoxicación es seguramente muy alto, aunque debido a la falta de estadísticas, sobre todo en los países menos desarrollados, y al sesgo ideológico que permita a los organismos sanitarios estatales, que les lleva a ignorar el problema, sea difícil hacer estimaciones. Se sabe que en los EEUU mueren 50 a 60 personas por año por envenenamiento con plaguicidas, y que en 1976 fueron hospitalizadas en ese país 3.000 personas por esa causa, estimándose que en la tercera parte de los casos la intoxicación estaba relacionada con la ocupación del paciente, y que por cada caso fatal de envenenamiento hay 10 ó 15 no reportados^(3, 4, 5). En los países menos desarrollados hay una casi total falta de información, pero se sabe que las precauciones en el manejo de plaguicidas son casi inexistentes, que se usan plaguicidas que han sido prohibidos en sus países de origen y en dosis que exceden los límites aconsejables. El único país menos desarrollado del que se conoce una estadística es El Salvador, país de sólo cuatro millones de habitantes, para el cual fueron reportados más de mil casos anuales de envenenamiento. En el caso de México, un reportaje publicado en la revista alemana **Stern** sobre la agricultura en el Valle de Culiacán, centro de la agricultura capitalista de exportación, señala la falta total de precauciones en el uso de plaguicidas prohibidos en los EEUU, con los que los aviones rocían los campos, al borde de

² Richard H. Wagner en "Environment and Man", W. Norton, N.Y. (1974), p. 272.

³ Andrew A. Arata en "El uso de los plaguicidas en la agricultura y la salud pública: el punto de vista de la ecología humana", Organización Panamericana de la Salud, Metepc, México (1982).

⁴ F.E. Guthrie y J.J. Perry (editores): "Introduction to Environmental Toxicology", Elsevier North Holland (1980).

⁵ D. Pimentel y J.H. Perkins: "Pest Control: Cultural and Environmental Aspects", American Association for the Advancement of Science Selected Symposium 43, Washington, D.C. (1980).

los cuales viven los trabajadores agrícolas temporarios con sus familias; éstos no tienen agua potable, de modo que toman el agua de canales rociados con plaguicidas. Aunque es muy difícil hacer estimaciones, por cuanto se trata de trabajadores temporarios que emigran de una región a otra, médicos de la zona habrían aventurado la cifra de 150 muertos por año solamente en esa área⁶.

Tanto los fertilizantes como los detergentes añaden compuestos fosforados a los cursos de agua, lo que causa el fenómeno de eutroficación de los lagos, que ha sido observado tanto en los lagos naturales como en embalses artificiales. La eutroficación tiene como característica la acumulación de algas, cuyos cadáveres se agregan a la materia orgánica formando un ejército de bacterias que la hacen putreficarse, absorbiendo entonces el oxígeno necesario para los peces y otras especies acuáticas, cuya vida se torna imposible, con lo cual se anula la pesca, el uso del agua para consumo humano, y toda potencialidad turística o recreativa. Las pérdidas económicas pueden ser considerables. En el lago Erie en los EEUU, que constituye uno de los casos más significativos, se pescaban a comienzos de siglo miles de toneladas, y actualmente la pesca prácticamente se ha reducido a cero. La contaminación térmica, o sea, el uso del agua para enfriamiento de plantas eléctricas, puede acelerar los procesos de eutroficación.

La contaminación de las aguas por metales pesados como el mercurio, que es utilizado en varios procesos industriales, y cuya absorción por el medio ambiente es sumamente lenta, puede ocasionar efectos dramáticos, como los observados por el envenenamiento de miles de personas que se alimentaban con pescado en la ciudad de Minamata, Japón, donde una empresa química que utilizaba mercurio arrojaba los desechos a la bahía local, y en los que el mercurio pasaba a organismos marinos y de ahí a los peces.

Las actividades mineras, la explotación petrolera y la refinación petroquímica causan la pérdida de valiosos recursos. La minería del carbón y la del uranio arrasan tierras forestales y aún áreas cultivadas. Esta última produce grandes cantidades de desechos tóxicos y radioactivos que envenenan los cursos de agua.

Aunque la evidencia sobre el efecto de los derrames petroleros es fragmentaria, se han dado casos en los que se ha observado gran mortandad de larvas de peces por efecto del petróleo derramado en el mar. La operación de los barcos petroleros produce derrames apreciables en condiciones normales, y los accidentes han dado lugar a derrames cuantiosos, tanto por naufragio de buques como por descontrol de pozos en el mar, como en el caso del pozo Ixtoc en México en 1979. Los desechos de las refinерías han ocasionado reducciones severas en la productividad biológica de cursos de agua en los que la pesca era sumamente abundante, como ha ocurrido en el río Coatzacoalcos, en México.

⁶ Walter Unger: "Todliche Ernte" en *Stern* del 4.6.1981, p. 72.

La guerra y el medio ambiente

Una de las características de las tecnologías creadas en nuestro siglo es la existencia y explotación de indivisibilidades entre las aplicaciones civiles y militares. De ello son ejemplos evidentes la tecnología nuclear y la del transporte supersónico, y también lo es la aplicación masiva de sustancias tóxicas defoliantes que realizaron las fuerzas militares de EEUU en Vietnam en los años sesenta y setenta.

La destrucción de recursos naturales como parte de la guerra no es nueva, ya que existen bajorrelieves asirios que muestran la tala de árboles frutales por un ejército invasor, y la historia registra la quema de cosechas, los casos de sal esparcida sobre los campos para arruinar su productividad, y el envenenamiento de las aguas. En el caso de la guerra de Vietnam el uso masivo de la guerra química, con todos los recursos de la ciencia, sobre especies vegetales y animales, pudo llevarse a cabo porque los efectos letales están presentes en todos los insecticidas y plaguicidas que se desarrollaron en forma amplia desde los años cuarenta. El uso de defoliantes en la guerra química pudo darse sobre la base de la maximización de los efectos que se deseaba minimizar en la aplicación de plaguicidas a la agricultura. Por ello el autor estadounidense Richard H. Wagner pudo referirse a la guerra de Vietnam como una "guerra contra el medio ambiente"⁷.

La fuerzas estadounidenses atacaron con herbicidas los bosques de pinos, bosques tropicales, sabanas, manglares, y aún extensas áreas cultivadas. Los cráteres de las bombas, que llegaban a la napa freática, se llenaban de agua durante todo el año y se convertían en criaderos de mosquitos portadores de malaria o caracoles portadores de esquistosomiasis. Se usaron agentes herbicidas que contienen compuestos químicos como los llamados 2,4-D y 2,4,5-D. En 1967 el programa de defoliación consumió virtualmente toda la producción de varios de esos productos químicos, en circunstancias en que organismos oficiales de los EEUU recomendaban la restricción inmediata de su uso en los EEUU por haberse detectado sus efectos teratogénicos y cancerígenos⁸.

Una sola aplicación de herbicida destruye completamente un manglar durante seis años, y se cree que la mitad del área de manglares del sur de Vietnam fue barrida. Hay estimaciones que señalan que en los bosques fue destruida una cantidad de árboles que hubiera podido producir madera por quinientos millones de dólares, suficiente para cubrir la demanda de Vietnam del Sur durante treinta años. La destrucción de una gran parte de las plantaciones comerciales de látex afectó enormemente las exportaciones, ya que el látex constituía el 56% de las de Vietnam del Sur antes de la guerra. La aplicación de herbicidas fue asimismo la causa de un considerable número de abortos y malformaciones congénitas, y de

⁷ Idem ref. 2, p. 360.

⁸ Joel Primack y Frank Von Hippel en "Advice and Dissent: Scientists in the Political Arena", Signet, N.Y. (1974) p. 74.

efectos adversos que aún afectan a los veteranos estadounidenses a diez años de su retirada del escenario de la guerra.

Las respuestas ideológicas

En el siglo actual la investigación científica es producto de un aparato social de producción de conocimientos, el que se encuentra atravesado por o conectado con diversos aparatos ideológicos del Estado, públicos y privados: el aparato educacional, organismos técnicos estatales y de empresas privadas. La misión de los aparatos ideológicos es generar ideología, es decir mensajes estabilizadores para el orden social, orden que incluye una determinada configuración de las fuerzas productivas, lo que implica la aplicación de una determinada gama de tecnología, caracterizadas por su escala, complejidad, condiciones físicas extremas y aplicabilidad universal, rasgos que configuran un paradigma ideológico que preside el desarrollo de las formas tecnológicas. Las tecnologías responden a determinadas necesidades sociales, pero lo hacen desde la óptica de las fuerzas sociales dominantes. Cuando la ciencia se pone en el camino de la ideología, mostrando los efectos adversos de determinadas tecnologías, en este caso los medios de control químico y de aplicación masiva e indiscriminada asociados a las tecnologías agrícolas de gran escala que implican el monocultivo sobre grandes áreas, la misión de los aparatos ideológicos consiste en distorsionar la realidad técnico-económica en función del mantenimiento de las configuraciones existentes de las fuerzas productivas. Ello significa concretamente ocultar o minimizar los efectos ambientales adversos y eludir el planteo de alternativas que eliminarían o reducirían dichos efectos, a costa de la desvalorización del capital invertido en los sistemas tecnológicos actualmente operantes.

Desde el momento en que la ideología dominante no opera con la misma eficacia en todos los niveles, hay aparatos ideológicos en los que la ideología - o la coerción directa - operan con menor efecto, y en esos niveles puede producirse el conocimiento científico que pone en jaque los sistemas tecnológicos preexistentes, o se dan formas de circulación del conocimiento que integran conocimientos hasta entonces aislados, los arrancan del dominio de los especialistas agentes del aparato y alertan a la opinión pública sobre la gravedad de los problemas ambientales. Aspectos del aparato social de producción de conocimientos tales como la división del trabajo científico, con establecimiento de jerarquías de poder y prestigio que favorecen a los científicos que están más conectados con el aparato productivo, en detrimento de las ciencias del medio ambiente, tienden a debilitar la percepción pública de la problemática de la contaminación y los recursos naturales, y con ello a bloquear la acción política de las fuerzas antagónicas a las dominantes.

La historia de la investigación sobre los efectos ambientales de la industrialización de la agricultura en los EE.UU, con su correspondiente uso en gran escala de plaguicidas y fertilizantes, es una muestra significativa del papel de los organismos técnicos estatales y privados en tanto que aparatos ideológicos. En efecto, el

Agricultural Research Service mostró una total inacción en cuanto al análisis sistemático de los impactos sociales y ambientales de la agricultura capitalista en gran escala (⁹, ¹⁰). Ello ocurrió en gran parte por el sabotaje del agronegocio y de sus agentes enquistados en el aparato estatal, muchos de ellos implicados en una rotación de puestos de la industria al gobierno. Entre los científicos al servicio del gobierno se creó un clima de intimidación, que incluyó ceses y ataques contra la "integridad científica" de aquellos más dispuestos a comunicar sus observaciones sobre los efectos ambientales, lo que dificultaba la comunicación entre científicos, para no mencionar la comunicación entre éstos y la opinión pública.

El caso de la autora estadounidense Rachel Carson es especialmente notable, porque muestra el peso que pueden en determinado momento alcanzar determinados investigadores independientes que pueden enfrentar y dar duros golpes a las burocracias técnicas, a pesar de que estas cuentan con todos los recursos para diseminar su falaz propaganda en publicaciones de gran circulación, en revistas científicas y en una variedad de órganos de grupos de interés especial, propaganda que frecuentemente se presenta con la etiqueta científica, aunque sin cumplir los requisitos que deben llenar las publicaciones científicas.

En su trabajo pionero sobre los efectos adversos de los plaguicidas, Carson no se basó en investigaciones propias, sino que utilizó una amplia variedad de materiales que circulaban sólo en publicaciones leídas por un estrecho grupo de especialistas, tales como boletines de organismos técnicos estatales, revistas científicas y profesionales, actas de congresos, etc., o materiales obtenidos a través de la comunicación directa con los investigadores. El trabajo de Carson consistió por lo tanto en integrar y sintetizar una enorme masa de conocimientos y **sacarlos de la esfera de la circulación restringida para ponerlos en la esfera de la circulación general**. Si pudo llevar a cabo esta tarea fue justamente porque era una científica marginal dentro del aparato social de la ciencia, económicamente independiente en tanto que autora de exitosos libros de divulgación científica. La publicación de su libro "Silent Spring"¹¹, que jugó un papel central en la formación de una conciencia pública sobre los peligros de los plaguicidas, tuvo lugar en medio de una campaña de duros ataques por parte de científicos empleados por la industria química y conectados con ésta, los que buscaban minar su credibilidad. La Asociación de Químicos de la Industria Manufacturera (Manufacturing Chemists Association) elaboró y difundió 100.000 ejemplares de una publicación adversa a su libro, el que fue también ridiculizado en un pasquín difundido por la compañía química Monsanto, que describía los horrores de un mundo privado de plaguicidas. El ataque contra Carson, en el que se usaban métodos bajos contra una científica seria, fue una **acción política organizada por una fracción de la burguesía** conecta-

⁹ Allan Schnaiberg: "Obstacles to Environmental Research by Scientists and Technologists: A social Structural Analysis" en **Social Problems** 24, 5, junio 1977, p. 500-520.

¹⁰ N. Wade en "Agriculture: social sciences oppressed and poverty stricken" en **Science** 180, 18.5.1973, p. 719-722, citado en ref. 9.

¹¹ Rachel Carson: "Silent Spring", Houghton Mifflin, Boston (1962).

da con la industria química, que contó con el apoyo de medios de difusión de masas como la revista **Time**.

Las soluciones posibles

El mercado de los plaguicidas es vasto, siendo estimadas las ventas en el orden mundial en una cifra cercana a los diez mil millones de dólares para el año 1978. Aunque la industria tuvo un desarrollo muy rápido, existe actualmente la percepción de que se encuentra en serias dificultades. La aparición de variedades de plagas que son resistentes a los plaguicidas exige la introducción de nuevos plaguicidas en el mercado. Pero la creación de una conciencia pública sobre los peligros de su uso ha llevado a la prohibición de los más peligrosos, y a la aprobación de reglamentaciones restrictivas, que prevén el ensayo sistemático de nuevos compuestos para proteger a los usuarios, lo que ha aumentado los costos y los plazos necesarios para la introducción de nuevos plaguicidas, por lo cual ha caído drásticamente el número de los nuevos plaguicidas en el mercado.

En las últimas décadas se han registrado progresos importantes en la elaboración de métodos alternativos de control de plagas, basados en el control biológico. Este control consiste en el uso o estímulo de organismos vivos que atacan a las plagas o a poblaciones de organismos vectores de enfermedades. Estos métodos tienen la clara ventaja de que son específicos respecto de las especies, y que pueden ser dirigidos contra una especie determinada sin dañar a otras especies a las que no se quiere atacar. A pesar de la falta de fondos para investigar estos métodos, el control biológico ha crecido significativamente en los últimos años. Uno de los casos más significativos es el de la bacteria **Bacillus thuringiensis**, que ha sido empleada con éxito contra plagas lepidópteras de la fruta, maíz, algodón y otros cultivos. Los métodos de control biológico parecen económicamente competitivos, pero tienen un rasgo inconveniente para la gran industria química: no son de aplicabilidad universal, sino que requieren un conocimiento detallado de las plagas y de los ecosistemas, y son manejables en escala más reducida que la producción de los plaguicidas químicos.

La solución de los problemas creados por la contaminación requiere por una parte la elaboración de tecnologías alternativas y de métodos apropiados de control que no se reduzcan a cambios cosméticos. Requieren además una lucha ideológica, sin la cual no pueden librarse batallas exitosas en el frente político. Estas requieren la ayuda de la ciencia para la labor de denuncia, que debe mostrar los efectos desastrosos de determinadas ideologías, así como para proponer soluciones tecnológicamente viables. Requiere la lucha contra ideologías como el determinismo tecnológico, que está generalmente asociado a una supuesta inevitabilidad de las tecnologías de gran escala, en la producción de energía, en la agricultura y en otras áreas.

Algunos de los problemas planteados, como el de la contaminación atmosférica a escala global, no pueden tener evidentemente soluciones ni inmediatas ni baratas. Su solución implica una movilización política de largo alcance, en muchos países, y la gradual reestructuración radical del sistema de las fuerzas productivas y del modelo dominante de transporte, la liquidación de la ideología del carácter natural e inevitable del transporte automotor privado; el desarrollo de energías de fuentes renovables, tales como la solar, eólica, etc.

Las soluciones a los problemas planteados son inseparables del auge de un gran movimiento histórico que plantea y lleva al centro del debate político la cuestión de las relaciones de la humanidad con la naturaleza, como parte de la lucha por la reestructuración radical de las relaciones sociales. Del manejo de los ecosistemas a la supervivencia de la biosfera a las relaciones sociales, están en juego los problemas más esenciales del futuro de la humanidad.

Referencias

- Arata, Andrew A., ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. - Metepec, México. 1982; Pest Control: Cultural and Environmental Aspects.
- Carson, Rachel, SILENT SPRING. - Houghton Mifflin, Boston. 1962;
- Gribbin, John, NEW SCIENTIST-PRENSA. 9/4. p82 - 1981; Norton, W. -- The politics of carbon dioxide.
- Gutherie, F. E.; Perry, J. J., INTRODUCTION TO ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY. - North Holland. 1980; Todliche Ernte.
- Pimentel, D.; Perkins, J. H., AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE SELECTED SYMPOSIUM. 43 - Washington, D.C. 1980; Obstacles to Environmental Research by Scientists and Technologists: A social Structural Analysis.
- Primack, Joel; Von Hippel, Frank, ADVICE AND DISSENT: SCIENTISTS IN THE POLITICAL ARENA. p74 - Signet, N.Y. 1974;
- Schnaiberg, Allan, SOCIAL PROBLEMS. 24. P500-520 - 1977;
- Unger, Walter, STERN. p72 - 1981; Agriculture: social sciences oppressed and poverty stricken.
- Wade, N., SCIENCE. 180. p719-722 - 1973;
- Wagner, Richard H., ENVIRONMENT AND MAN. p272 - New York, USA. 1974; El uso de los plaguicidas en la agricultura y la salud pública: el punto de vista de la ecología.