

Los fundamentos de la economía

Roberto Castañeda Rodríguez Cabo*

Hasta fecha muy reciente la Ciencia, sobre todo en un país atrasado e inculto como el nuestro; pero, en general, en todo el mundo, se parecía mucho al juego de Juan Pirulero, en el que cada quien atiende a su juego. La Química a los químicos; la Física a los físicos; la Biología a los biólogos; la Demografía a los demógrafos; la Historia a los historiadores; etc., etc., *ad nauseam*. Y era extraño hablar de los efectos demográfico-urbanísticos derivados de la historia tecnológica de las distintas sociedades. Eso no se hacía. Aún no se hace. Falta mucho por hacer integrando áreas de conocimientos hasta la fecha inconexas. Las ciencias de la complejidad, como las ha llamado Heinz R. Pagels en su libro *Los sueños de la razón*, los Nuevos Fundamentos del Conocimiento, son de un grado insospechado. Hoy las parcelizaciones y enfoques cerrados, clásicos en las carreras universitarias, en las universidades actuales, resultan peligrosos y obsoletos. Peligrosos, porque impiden conocer las interconexiones de la totalidad en que se ubican y dentro de la que funcionan los distintos subsistemas. Obsoletos, porque todo posible ascenso en la investigación tiene que rechazar los modelos decimonónicos de análisis, para avanzar hacia síntesis superiores. Las ciencias se dividieron para poder profundizar, y

* Investigador del Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.

avanzaron mucho a partir de tal división. Hoy, el conocimiento debe reintegrarse en amplias totalizaciones para poder continuar avanzando. Separar y aislar es un método fructífero sólo hasta cierto punto. Unir e integrar debe ser una fase subsiguiente, si es que el conocimiento ha de servir para entender la complejidad sistémica de nuestro mundo.

Barry Commoner, en *The poverty of power*, señala que “la incertidumbre y la inacción no resultan sorprendentes ya que la enmarañada red de problemas no es bien comprendida no sólo por los ciudadanos en general, sino también por los legisladores, administradores, y hasta por los especialistas aislados”.¹ Y es que así están las cosas: el sistema económico está gobernado por entes que no tienen necesidad de entender la maraña de problemas, van al grano y omiten toda complejidad; el sistema de producción está dirigido por especialistas que tampoco tienen necesidad de meterse en honduras; y el ecosistema no está dirigido ni gobernado por nadie. Pero, desgraciadamente para la humanidad, los ciclos ecológicos son el fundamento de todo posible sistema productivo y de cualquier posible sistema económico. La especialización tiene méritos propios. Pero la especialización en el conocimiento sin interpretaciones holísticas, sin ponerle contexto sistémico a las fuerzas productivas y a las fuerzas destructivas, a las tecnologías económicas y a las tecnologías militares, a las relaciones sociales que sobre tales tecnologías se apoyan; la especialización —convertida en miopía— puede devenir en el tipo de conducta que señala Barry Commoner: pasividad y perplejidad; individuos fascinados por su propia creatividad y destructividad.

En las páginas que siguen trataré de analizar algunos problemas contextuales de la economía internacional, algunos aspectos que tendrán en un próximo futuro cada vez mayor importancia, en términos de la ecología política que se advierte en el horizonte. He omitido, necesariamente, temas de gran importancia, como el de la paulatina degradación de la capa estratosférica de ozono; la destrucción edafológica; la producción y reciclaje de desechos sólidos, y otros, y sólo he tratado de una forma superficial la destrucción de las áreas boscosas del planeta. He concentrado mi

¹ “Power”, en inglés, significa tanto energía como poder; el libro ha sido traducido como: *La escasez de energía* por Plaza y Janés, S.A., primera edición, 1977, Barcelona, p. 11.

análisis en la variable demográfica; la variable energética, y, en especial, el petróleo; la variable hídrica y la variable contaminación atmosférica. Entre ellas existen relaciones funcionales, más o menos directas. Todas ellas —según la miopía ambiental—, no “temas de economía”. Pero, como he dicho, son los “nuevos” fundamentos de la economía. Siempre lo fueron, hasta hace poco se ha tomado conciencia. Ha habido una brecha conceptual que nos hace falta cerrar aceleradamente. El futuro, para algunos de nosotros, en los escalones intermedios de la pirámide demográfica, empezó hace mucho.

Los nuevos datos

Demografía

En 1800 la población del planeta era de alrededor de 900 millones de personas; medio siglo después llegaba a los 1 100 millones y, en 1900, al iniciarse nuestro siglo había alcanzado los 1 600 millones. En términos generacionales, habían bastado cuatro generaciones —de 25 años en promedio—, para casi duplicar la población de la tierra. Para 1950; es decir, dos generaciones después, la población del mundo se calculaba en 2 600 millones. En la actualidad, (1991) se ha cuantificado en 5 600 millones el número de seres humanos sobre la superficie del planeta. En el siglo pasado la tasa de crecimiento demográfico fue de poco menos de 0.6% anual.

En el medio siglo entre 1900 y 1950 fue de poco más de 0.8% y en la siguiente generación, entre 1950 y 1980 saltó hasta 1.9%. En la actualidad ha logrado reducirse a casi 1.7%, pero, así, la proyección para el año 2020 llega a una cifra de ocho mil millones de seres humanos. Si la tasa se elevase ligeramente, al 1.9%, en los próximos años, se llegaría a una población de más de 10 mil millones antes del año 2030.² Abriendo la perspectiva, se puede decir que en los inicios de la Revolución Industrial, a mediados del siglo XVIII, la población del planeta era de 750 millones de habitantes; que hace cinco mil años, en los inicios de la civilización

² Datos del *Scientific American*, de septiembre de 1989, p. 72, y el del *Global 2000 Report to the President Washington*, 1990.

la población humana escasamente sobrepasaba los 100 millones; y que hace 10 mil años, en los inicios de la Revolución Neolítica, la población de todo el planeta no rebasaba la cifra de un millón de habitantes.³

Nathan Keyfitz se pregunta, a propósito de la explosión demográfica, si será posible que el desarrollo económico establezca las poblaciones o si, por el contrario, el crecimiento demográfico y las tecnologías duras causarán daños irreparables a la capacidad vital del planeta.⁴

En la pregunta están contenidos los ejes centrales de nuestro análisis, los nuevos datos pertinentes para una revisión de las viejas ideas; la población, tecnología, capacidad vital del planeta. Estos conceptos corresponden inexorablemente a una interpretación sistémica y forman una ecuación, o, mejor dicho, una serie de ecuaciones, de las cuales es posible derivar una gran variedad de escenarios. La factibilidad de cada escenario dependerá, en muy buena medida, de la conciencia social y del éxito de las políticas que se logren desarrollar en términos del funcionamiento sistémico de nuestras ecuaciones. Ahora bien, cada una de las variables indicadas debe ser desagradable en sus componentes básicos y, en estudios más amplios, llevarla a niveles cada vez más específicos y localizados. Y de cada variable ha de observarse la dinámica particular. Hemos empezado a analizar, párrafos arriba, la dinámica demográfica planetaria, la demodinámica global. Pero falta analizar uno de sus aspectos más interesantes: las pirámides demográficas.

La forma misma en que se abre, inercialmente hacia los lados, la pirámide demográfica en todo el mundo subdesarrollado, conlleva la medición de la inconciencia de las sucesivas generaciones; y, al contrario, la forma de la torre demográfica de los países desarrollados es un índice del grado de autocontrol sobre el proceso evolutivo, generación tras generación. Estas distintas costumbres reproductivas son, el resultado de culturas distintas. En los países desarrollados desde hace más de dos siglos se viene reduciendo la tasa de mortalidad, y desde hace más de un siglo se reduce la tasa de natalidad. En los países subdesarrollados, en cambio, las tasas de mortalidad empezaron a reducirse un siglo después, y las tasas

³ Cifras de Robert Ardrey. *La evolución del hombre: la hipótesis del cazador*, Madrid, Alianza Editorial, 1981, p. 208.

⁴ En el número citado arriba del *Scientific American*, p. 71.

de natalidad sólo empezaron a caer tres o cuatro generaciones después. La velocidad de adaptación al cambio es uno de los factores básicos de la supervivencia; las inercias, consecuentemente, conllevan la posibilidad de catástrofes. Pero la adaptación al cambio, en el caso que estamos tratando, el de las estructuras demográficas, requiere de un acelerado desarrollo cultural en relación a las costumbres y hábitos reproductivos. Sin un altísimo nivel de control en esta área, sin verdaderas mutaciones culturales, los riesgos de catástrofe tienden a agigantarse. Acelerar el desarrollo cultural es, sin embargo, perfectamente factible.

Las cifras de las proyecciones son, aún así, extraordinariamente inquietantes: 600 millones de habitantes más en la India entre 1990 y el 2025, para llegar a una población de casi 1 500 millones; los conflictos religiosos, étnicos, sociales y demás, no pueden sino acumularse y estallar. 400 millones más de habitantes en China, para llegar en el 2025 a una cifra similar de 1 500 millones; 120 millones más en Bangladesh, para llegar a 220 en el 2025; 188 millones adicionales en Nigeria, para llegar a 300 en el año 2025; 145 millones más en Paquistán; 95 millones adicionales en Brasil; 66 millones de nuevas personas en Etiopía; 83 en Indonesia; 66 en Irán, 52 en Kenia, 35 en Uganda, en Turquía y en Sudán, 40 en Egipto, 30 en Sudáfrica, 50 en Filipinas; 58 en Tanzania; 50 en Vietnam; 64 en Zaire; 62 en México. En breve, el 70% del incremento demográfico mundial en el periodo 1990-2025, 2 200 millones de personas adicionales, concentradas en 20 países pobres.⁵

Aunque es evidente, como dice el demógrafo Paul Ehrlich, autor de *The population bomb*, de 1968, y *The population explosion*, de 1990, que la Tierra puede contener más hindús vegetarianos en bicicleta que americanos con coche y comiendo hamburguesas, "los límites para nuestra especie son reales". El *Sapiens* tiene que ser capaz de demostrar su viabilidad.

Energía

En este aspecto, las curvas de crecimiento histórico son también impresionantes. Se ha calculado que en cinco generaciones en los

⁵ Datos del Departamento de Asuntos Sociales y Económicos de la ONU.

125 años, entre 1860 y 1985, el consumo de energía se ha multiplicado por 30. De un consumo mundial de un promedio de un equivalente de cinco millones de barriles de petróleo diarios, a un equivalente de poco más de 150 millones de barriles diarios. Estas cifras, en 1860 correspondían exclusivamente a leña y carbón, en 1985 incluyen, además, la producción de petróleo y gas y la generación de las hidro y nucleoelectricas. En este caso la pirámide energética es diametralmente opuesta a la demográfica. Canadá, en 1988, consumía el equivalente a 45 barriles de petróleo anuales *per cápita*. Norteamérica, poco más de 40; Suecia 30; Alemania Occidental 25; la Unión Soviética 24, El Reino Unido 20; Japón 18, Italia 15, Brasil y México 7, China 4; las Filipinas y Nigeria 3 y la India 2.⁶ Pero las diferencias son más grandes aún en otros sentidos: en septiembre de 1990, a dos meses de la crisis de Kuwait, en Europa Occidental y en Japón se pagaba entre 3 y 5 dólares por galón de gasolina, mientras que en Estados Unidos se pagaba poco más de un dólar. Esta diferencia se acentúa, si se considera que en Estados Unidos hay 612 448 pozos en operación, con una producción promedio de 12.5 barriles diarios por pozo; mientras que en Arabia Saudita hay 858 pozos en operación, con una producción de 5 568.4 barriles diarios por pozo.⁷ ;Setecientas veces menos pozos, cuatrocientas cincuenta y tres veces más productivos! En cuanto a las reservas probadas los datos son también impresionantes: 25 800 millones de barriles en Estados Unidos, frente a 257 500 millones de barriles en Arabia Saudita.⁸

Ahora bien, si la Primera Revolución Industrial se basó en el despliegue de la máquina de vapor y en la utilización del carbón como energético; la Segunda Revolución Industrial se basó en el motor de explosión interna, en la utilización del petróleo y en la electrificación. De la primera, surgió el ferrocarril, como nuevo y adicional sistema de integración de la economía mundial; de la segunda, ha surgido la multimetropolización y la acelerada urbanización como nuevos y conflictivos sistemas integradores. El primer sistema de integración de la economía mundial apareció hace 500 años con los viajes de los marinos portugueses y españoles y durante 300 años funcionó adecuadamente. Durante el siguiente

⁶ *Scientific American*, de septiembre de 1990, p. 23.

⁷ *U.S. New & World Report*, 8 de octubre de 1990, pp. 56-57 y 63.

⁸ *Idem*.

siglo el acero, el carbón, la máquina de vapor y el ferrocarril, trasladaron la hegemonía mundial a Inglaterra. Después, por supuesto, del conflicto planetario de todo el siglo XVIII y buena parte del XIX, entre el sistema de los borbones y Bonaparte y el sistema Británico, una de las más interesantes y cercanas guerras mundiales. La Primera y la Segunda Guerras Mundiales constituyeron, junto con los conflictos menores, desde las revoluciones Rusa, Turca, China y Mexicana, así como las dictaduras europeas y los fascismos, los conflictos necesarios para el pleno desarrollo de la Segunda Revolución Industrial, la civilización de la electricidad, del petróleo y el automóvil. El motor de explosión interna aparece, en distintas versiones, entre 1860 y 1880 (el motor de gas de Lenoir, el de gasolina de Alphonse Beau de Rochas y de Otto en 1864, el de Daimler y Maybach de 1883, etc.); pero hasta principios de siglo los automóviles son sólo juguetes científicos caros. Desde que en Alemania se descubrió el motor de explosión interna, el ferrocarril Berlín-Bagdad fue una obsesión. Los "fuegos eternos" de la Mesopotamia están platicados en Zaratustra, seis siglos antes de nuestra era. Lo conocían los griegos como uno de los cuatro elementos de que estaba compuesto el cosmos. Eran pozos incendiados, pozos petroleros que ardían por siglos. Pozos con millones de toneladas de líquidos y gases combustibles, producto de las descomposiciones químicas de las vegetaciones y faunas de las eras geológicas de eones atrás. Lo más nuevo: el automóvil. Lo más viejo; las estructuras moleculares de lo que en algún momento de la evolución del planeta, hace millones de años, miles de millones de años, fueron tejidos celulares de organismos vivos que metabolizaban como inconscientes máquinas para que algún día, dos procesos: uno tecnológico y otro geológico coincidiesen en esa obsesión geopolítica: llegar de Berlín a Bagdad.

A principios del siglo XX Olds estaba produciendo algunos miles de autos anuales; cuatro mil autos en 1903, cinco mil en 1904. Ford estaba produciendo 10 mil autos anuales en 1909. En 1913, había cerca de 200 mil vehículos de motor en Gran Bretaña y 600 mil en Estados Unidos.⁹ Entre el inicio de la Primera y la conclusión de la Segunda Guerra Mundial la industria tuvo un crecimiento

⁹ Lilley, Samuel. *Hombres, máquinas e historia*, Madrid, Artiaach, Editorial, 2a. edición, 1973, p. 152. M. H. Pasdermadjian, *La segunda revolución industrial*, Madrid, Editorial Tecnos, S.A., 1960, pp. 40-41.

explosivo: en 1946 había 50 millones de vehículos de motor en todo el planeta; poco más de 40 estaban en Estados Unidos, cerca de cinco se lograban reunir entre Inglaterra, Francia, Italia, Alemania y Japón; y otros cinco se hallaban repartidos por todo el resto del mundo. En 1955 se llegó a un total de 100 millones de vehículos de motor, de los cuales el 70% estaba en Estados Unidos, el 10% en los países mencionados y un 20% en el resto del mundo. En 1970, el número de vehículos era de 250 millones, 110 en Estados Unidos, 70 en los cinco países indicados y 70 en el resto del mundo. En 1988, los datos más recientes indican que el número de vehículos era de 550 millones, de los cuales 180 se hallaban en Estados Unidos, 160 en los cinco países indicados y 210 en el resto del planeta. En años futuros la expansión automotriz se espera en Europa Oriental y en los países en desarrollo, más que en Estados Unidos y los demás países industrializados. Con tasas de crecimiento desde 1970 a la fecha, de 4.7% anual para los automóviles y de 5.1% para los camiones de carga y de pasajeros, se considera que, de mantenerse la tendencia, el número de vehículos de motor en circulación llegue en el año 2030 a los mil millones. A esta explosión de los medios de transporte de superficie es necesario agregar el reciente auge de la aviación privada y la navegación de placer. Todo ello tenderá a presionar sobre los cada vez más escasos recursos de hidrocarburos planetarios.

A este respecto, las expectativas son muy variadas. En el extremo optimista hay personajes como el profesor Peter Odell, a quien se ha considerado el economista especializado en cuestiones petrolíferas "más optimista de todos los tiempos". Odell decía, en "The future of oil: A rejoinder" que "... los recursos existentes, en relación a la posible demanda, no deben dar origen a ningún tipo de preocupación, no sólo durante lo que falta del siglo, sino incluso en el siglo XXI, aunque el índice de consumo se eleve cuatro o cinco veces". Esto lo decía en junio de 1973. En 1981, Gerald Foley consideraba que la curva teórica de agotamiento de las reservas mundiales de petróleo, estimadas en dos mil millones de barriles, tendría su cúspide en la década entre 1990 y el año 2000, para después decaer hasta fines del siglo XXI; produciéndose a mediados del siglo próximo cantidades semejantes a las de 1940.¹⁰ Estas consideraciones de Gerald Foley hay que confron-

¹⁰ La cuestión energética, Ediciones del Serval.

tarlas con la información más reciente. El *Oil and Gas Journal*, la publicación especializada más prestigiada, señalaba que, para enero de 1990, las reservas mundiales ascendían a una cifra del orden de mil millones de barriles. ¡La mitad de las reservas indicadas por Foley! De esta cantidad el 66% se ubicaba en Medio Oriente, un 12% en América Latina, 8% en los países socialistas, 6% en África, 3% en Estados Unidos, 2% en Asia y Oceanía, 2% en Europa y 1% en Canadá.¹¹ El mismo Foley señala que C. L. Moore "profetizaba que Estados Unidos alcanzaría su producción máxima de petróleo en 1990: unos 680 millones de toneladas anuales. (Una tonelada de petróleo crudo = 7.3 barriles en promedio). En realidad el punto más alto de la producción de petróleo crudo estadounidense se produjo en 1970 (478.6 millones de toneladas) y desde entonces se registra un leve y continuado descenso".¹²

¿Agua, agua? ¡Agua, agua!

Hace una generación, a mediados de los años cincuenta era frecuente considerar el agua como uno de los bienes "libres" en la naturaleza. Se consideraba casi infinito el recurso. En la actualidad, es uno de los aspectos más críticos del panorama. Parece no haber ya dudas que el gran auge mundial de las obras de irrigación de las pasadas tres décadas está llegando a su fin. En muchos lados de la tierra los conflictos por el agua al parecer irán exacerbándose. En el Noreste africano, por ejemplo, Uganda, Sudán y Etiopía intentan desviar el Nilo mediante diques y canales. Libia, a un costo exorbitante, intenta explotar los mantos acuíferos de Nubia. Todo esto en detrimento de los recursos hidráulicos de Egipto. La India y Paquistán, desde hace décadas pelean por las aguas que los comunican; la geografía, que en ocasiones divide, en otros casos, es la causa misma de la confrontación y el conflicto. Por su parte, Turquía está desarrollando una de las más ambiciosas obras hidráulicas sobre el Éufrates, con lo cual cercenará la vía vital de Siria y de Iraq. El gran proyecto de Anatolia que consta de 21 grandes represas sobre el Éufrates —de las cuales tan sólo la Presa Ataturk puede contener 50 mil millones de metros cúbicos de agua—

¹¹ *The Economist*, del 12 de mayo de 1990, p. 17 del Suplemento.

¹² *Op. cit.*, p. 125.

despojará, de acuerdo con el profesor Thomas Naff, de la Universidad de Pennsylvania, del 40% del agua que fluye por Siria y del 80% de la que normalmente lograría llegar a Iraq. Tomando en cuenta que por el Éufrates, a la altura de Siria, fluyen 30 mil millones de metros cúbicos en un año normal, llenar la Presa Ataturk dejaría durante casi dos años completamente seco el cauce de este río. Llenar las 21 represas será, sin duda, un *casus belli* adicional en la región.¹³

Israel, Siria, Líbano y Jordania debaten, desde hace décadas por las aguas de los ríos Jordán, Yarmuk y Litani. Los palestinos han sobreexplotado los mantos acuíferos empezando con ello, a permitir que las aguas saladas se permeen y contaminen los precarios yacimientos.¹⁴

En otras regiones de la tierra las cosas no son mucho mejores. La cuenca del Rin, por ejemplo, con una extensión de 185 mil kilómetros cuadrados y con una población de 50 millones de personas, abarca amplias regiones de Suiza, Alemania, Francia y Holanda, está plagada de un gran número de zonas industriales —desde Zurich, Berna, Basilea y Estrasburgo, pasando por Luxemburgo, Frankfurt, Dusseldorf, hasta Rotterdam— recibe miles de toneladas de contaminantes anualmente. Los datos para 1985 señalan más de un millón de toneladas de cloro, 3 500 toneladas de fosfatos, etc.¹⁵ Muchos de los ríos de Europa Oriental han sido totalmente degradados. En el Vístula, Volga, Elba, Danubio y muchos más, la situación es patética. Tan sólo en el Volga, cada año son arrojadas 300 millones de toneladas de desechos sólidos, más cinco mil millones de galones de aguas contaminadas.¹⁶ En China, las 50 mayores ciudades sufren de severas carencias de agua. Se ha calculado que el Mediterráneo recibe cada año 120 mil toneladas de aceites minerales, 22 mil de fenoles, 60 mil de detergentes, 100 toneladas de mercurio, 3 800 de plomo y 3 600 de fosfatos procedentes de Europa del Sur, de los países limítrofes

¹³ *Ibid.*, p. 124.

¹⁴ Menéndez Morán, Sofía. "El agua, un recurso que se agota", en *Conocer* de enero de 1990; Eugen Linden. *The Last, Precious Drops*, en *Time* del 5 de noviembre de 1990, y *The Economist*, del 12 de mayo de 1990, p. 917 del Suplemento.

¹⁵ Maurist La Riviere, J.W., "Threats to the World's Water", en *Scientific American*, de septiembre de 1989.

¹⁶ Waters, Tom. "Ecoglasnost", en *Discover, the world of science*, de abril de 1990.

de Medio Oriente y del Norte de África. Hace ya más de 10 años que se escribió sobre "La muerte del Mediterráneo", la cuna de la civilización.

En Estados Unidos, como dice Eugen Linden, se está pagando "el precio de la ignorancia ecológica"; en el sur de California, abastecido por un acueducto de 800 kilómetros de largo que va desde el delta del río Sacramento hasta Los Ángeles, y del cual dependen casi 20 millones de personas, la situación es cada vez más crítica: el nivel del delta es, cada año, 7.5 centímetros más bajo, haciéndolo vulnerable a la intrusión de las aguas del mar. "En 1978, Cecil D. Andrus, Secretario del Interior, informó que 21 de las 106 subregiones hidráulicas (de Estados Unidos) se encontraban en una situación de 'grave carestía de agua' y que para el año 2000 esta cifra se duplicaría".¹⁷ "El nivel freático descendente del país —un estudio de 1977 de la Casa Blanca revela un bajón importante en Minnesota, Wisconsin, la península norte de Michigan y el Oeste— representa una dramática ilustración de las leyes de la entropía. Más y más energía, gastos y esfuerzos humanos producen un resultado descendente. Cada solución tecnológica, por ingeniosa que sea, crea sus propias deudas, que normalmente implican nuevos problemas tecnológicos y nuevos gastos energéticos".¹⁸

"De las 200 cuencas de los ríos más largos del mundo", dice Richard F. Barnet, "148 están compartidas por dos países y 52 por tres y hasta 10 países. 'Los incentivos para la manipulación coercitiva de las aguas es probable que aumenten, argumenta el coronel Roy L. Thompson, a medida que se expandan los sistemas de transvases'. La creciente demanda de agua, reforzada por la interdependencia creciente de los socios renuentes a compartir sistemas de aguas, está agravando el conflicto entre las naciones acerca del recurso más valioso de todos".¹⁹ Nathan Buras, Director del Departamento de Hidrología y Recursos Hídricos de la Universidad de Arizona, ha señalado que la gestión del agua se ha estado realizando, con leyes e instituciones que no toman en consideración la finitud del recurso. Señala también que la mayoría

¹⁷ I. Barnet, Richard. *Años de penuria*, p. 282.

¹⁸ *Ibid.*

¹⁹ En *Años de penuria, El mundo en la antesala de la guerra*; Barcelona, Gedisa, Colección Libertad y Cambio, 1a. Edición, 1981, p. 287 y S. Menéndez Morán, *op. cit.*

de los científicos que trabajan en el área hidrológica considera que: "son muchos los países que se han comportado de manera negligente y sin visión de futuro en la gestión del agua". Plantea Buras que los modelos de gestión del futuro deben estar basados en el concepto del agua como recurso limitado; e indica que la compartimentación administrativa es uno de los grandes obstáculos al desarrollo de políticas coherentes. Esas políticas, de acuerdo con Buras, deben ser el resultado de discusiones públicas en las que los expertos contribuyan con sus análisis detallados de las alternativas posibles, los expertos deberán poner a disposición de los políticos y de la ciudadanía los diversos modelos matemáticos de alto grado de precisión en los que se evalúen las posibles consecuencias de llevarse a cabo cada alternativa. El Worldwatch Institute, una organización estadounidense dedicada a la prospectiva, señala igualmente la urgencia de la planificación a propósito de la escasez del agua, de la explosión demográfica y de sus relaciones mutuas.

Tal parece que, en muchos sentidos, los límites de la organización nacional están siendo alcanzados aceleradamente. Y, sin embargo, las organizaciones internacionales y transnacionales escasamente pueden abordar la complejísima problemática que se ha ido gestando.²⁰ El gran descubrimiento del siglo XVIII, el liberalismo; la teoría de que si cada quien hace lo que se le antoje, el resultado es beneficioso para el conjunto social, ha sido aplicado hasta lo demencial. Pero el otro gran descubrimiento del siglo XVIII, el socialismo; la teoría de que si cada quien obedece a los representantes del conjunto social, el resultado ha de ser beneficioso para cada uno de los individuos, igualmente se ha extraviado por los caminos de la tiranía y el despotismo. En ambas hipótesis había factores no analizados. La hipótesis malthusiana fue rechazada por la primera y la segunda revolución científicas y tecnológicas y reaparece con toda crudeza en medio de la tercera revolución científica.

Aunque la palabra "ecología" fue creada hace más de un siglo por el biólogo alemán Ernest Haeckel en 1866; y la palabra "ecosistema" fue inventada en 1935 por el ecólogo británico A.

²⁰ Michael Gruber se pregunta "Arte today's institutional tools up to the task?", en el EPA Journal de noviembre/diciembre de 1988 (EPA: Environmental Protection Agency). Citado por William D. Ruckelshaus en su artículo "Toward a Sustainable World", en *Scientific American* de septiembre de 1989.

G. Tansley; la teoría de los ecosistemas fue presentada en 1941 por el ecólogo estadounidense Raymond Lindemann; estos conceptos aún no han pasado notablemente al análisis económico, a las políticas, a las estructuras institucionales, a la percepción y acción sociales. Aunque los riesgos de las crisis energéticas fueron advertidos desde principios del siglo por Frederick Soddy —quien en 1912 señalaba que: "la civilización actual, desde un aspecto puramente físico, no es un movimiento continuo, autosuficiente. . . Su apetito aumenta según de lo que se alimenta. Cosecha lo que ha plantado y agota, hasta ahora, sin reemplazar. Su materia prima es energía, su producto, conocimiento. *El único conocimiento que justificará su existencia y pospondrá el día de la rendición de cuentas es el conocimiento que reponga sus recursos limitados en vez de disminuirlos*"²¹ —lo que llevamos dicho, indica que del apetito se ha pasado a la voracidad, que se continúan agotando los recursos limitados sin reemplazarlos, y que la ciencia aún no es capaz de justificar su existencia: Soddy y Haeckel aún nos parecen locos. Pero seguimos. . .

Aire

Las generaciones que estudiaron en las universidades en los años sesenta o antes, ignoraban totalmente el grado en que nuestra civilización podía envenenar el medio ambiente. La palabra "smog" (derivada de smoke: humo, y fog: niebla) era algo que correspondía a la cuna de la Revolución Industrial: Londres y otras ciudades británicas. Hoy es una palabra universal. En 1958 como resultado de los acuerdos internacionales logrados durante la celebración del Año Geofísico Internacional, en 1957-1958, se empezaron a tomar muestras del contenido de bióxido y de monóxido de carbono (CO₂ y CO) en un laboratorio de Hawai, en Mauna Loa; a fines de los años setenta en libros y artículos especializados empezó a darse la alarma;²² en la actualidad la preocupación ha

²¹ En *Matter and energy*, 1912, citado por Gerard Foley, *op. cit.*, p. 99.

²² Una magnífica presentación del tema lo hace George Breuer en su obra *El aire en peligro*, Barcelona, Salvat Editores, S.A., 1987; la edición original, en alemán, es de 1978. Otra magnífica introducción al tema, aunque ligeramente anticuada, es *la biosfera*, Madrid, Alianza Editorial, S.A., cuarta edición 1982; la edición original, en inglés, es de 1970.

ocupado las portadas de gran número de medios de difusión.²³ Los datos a este respecto son de lo más inquietantes: en 1950 se emitían a la atmósfera 1 500 millones de toneladas métricas de CO₂; en 1965, 2 900; y en 1985, 5 100 millones de toneladas. Una buena parte de estos millones de toneladas de partículas regresan a tierra o al océano y, sin embargo, desde que se iniciaron las mediciones, la cantidad de partículas en la atmósfera asciende ininterrumpidamente. Se calcula que a mediados del siglo pasado había 290 partículas por cada millón; en la actualidad se considera que el número es de 350, y se preve antes de la guerra del Golfo Pérsico, que para el año 2050 el número se duplicaría. Pero se sabe ya que la concentración de gases en la atmósfera está calentando la superficie planetaria mediante “el efecto invernadero”, provocando el deshielo del Ártico y de la Antártida, el aumento del nivel del océano, el repliegue de los glaciares, serias alteraciones climáticas y la extensión de las sequías.²⁴ La emisión de CO₂ no es sólo el resultado de la quema de combustibles fósiles; sino, además, el resultado de la acelerada deforestación. A este respecto, los datos del *Global 2000 Report* son escalofriantes: en él se calcula que entre 1978 y el año 2000, las superficies boscosas de América Latina pasarán de 550 a 329 millones de hectáreas, una reducción del orden de 40%; en Asia se pasará de 316 a 181 millones de hectáreas, una reducción del 43%; en África, las selvas ecuatoriales pasarán de 188 millones de hectáreas a 150, una destrucción equivalente al 20%. En resumen, en los países del Tercer Mundo, en el periodo considerado por el Informe presentado al Presidente de Estados Unidos, se habrán destruido casi 400 millones de hectáreas de selvas y bosques. ¡El 37% de las áreas boscosas y selváticas del mundo subdesarrollado! Las causas son múltiples, desde la presión demográfica sobre las tierras agrícolas, las actividades de las compañías madereras, la expansión de las tierras ganaderas, hasta los incendios forestales intencionales y la vil ignorancia. En estos dos últimos sentidos, la destrucción de la selva

²³ “Las Siete Plagas que Amenazan la Tierra”, en *Conocer* de octubre de 1989; “El Clima en Alerta Roja”, *Conocer* de febrero de 1989; “The Environmental Dilemma. The Struggle to Save Our Planet”, *Discover* de abril de 1990; etcétera.

²⁴ Véase por ejemplo “Antarctic Meltdown” de Michael Parfit, en *Discover* de septiembre de 1989, o “Cambio Climático Global”, de Richard A. Houghton y George Woodwell, en *Investigación y Ciencia*, núm. 153, de junio de 1989; pp. 8-17.

amazónica y el caso de Nigeria son verdaderamente patéticos. Nigeria exporta petróleo —es el sexto productor mundial— pero obtiene el 82% de su energía de la leña, de la cual importa la mitad.

Se calcula que, hasta 1980 se venían destruyendo 11 mil kilómetros cuadrados de bosques cada año. Esta capacidad destructiva se ha acrecentado extraordinariamente en fechas recientes. Se mencionan cifras del orden de 157 mil kilómetros cuadrados de bosque destruido por año. En este caso, la torpeza y lentitud de la respuesta social frente a las advertencias de algunos científicos es similar. El químico sueco Svante Arrhenius, en Suecia, y el geólogo estadounidense Thomas C. Chamberlin, en Estados Unidos, señalaron a principios del siglo XX los riesgos del calentamiento global por la acumulación de gases capaces de retener calor. En 1939, G. S. Callendar observó que el calentamiento global registrado en los 60 años previos podría deberse al incremento de bióxido de carbono en la atmósfera. A principios de los años cincuenta, Gilbert N. Plass argumentó en términos similares. En el verano de 1988, James E. Hansen, Director del Instituto Goddard de Estudios Científicos Espaciales de la NASA, presentó testimonio ante un Comité de Energía y Recursos Naturales del Senado estadounidense. Lo que dijo es verdaderamente calamitoso: los registros de temperaturas, que se hacen desde hace un siglo, indican que los cinco años más calurosos han ocurrido en la década pasada.²⁵ El día que Hansen declaró, el 23 de junio de 1988, la temperatura en Washington, D.C., llegó al nivel récord de 99°F. (37°C). A principios de 1989, los científicos del departamento Meteorológico Británico y de la Unidad de Investigación Climatológica de la Universidad de East Anglia, indicaron que 1988 había sido el año más cálido desde que empezaron a llevar registros hace más de 100 años. El grupo de la Universidad de East Anglia, al igual que el Instituto Goddard, monitorean el clima mundial a través de miles de estaciones internacionales en tierra y en navíos en el mar. Los científicos británicos indicaron que los seis años más cálidos del siglo, en orden descendente habían sido 1988, 1987, 1983, 1981, 1980 y 1986. Todos en la misma década.²⁶ Por si cupiesen dudas, los datos de precipitación pluviométrica de las oficinas meteo-

²⁵ Fisher, Arthur, “Global Warming”, en *Popular Science*, de agosto de 1989.

²⁶ *Loc. cit.*, p. 53. Dos trabajos interesantísimos sobre toda esta problemática lo son el libro de John Gribbin, *el clima futuro*, Barcelona, Salvat Editores, S.A., 1986; y el exce-

rológicas de Inglaterra, Francia y Alemania indicaban que en julio de 1990 las lluvias habían sido muchísimo menos abundantes que los promedios usuales. En Hungría se había pasado de 50 milímetros a 19, en Alemania de 92 a 47, en Francia de 47 a 25 y en Inglaterra y Gales de 44 a 30.²⁷ Es decir, ¡reducciones en las lluvias promedio del orden del 30, 50 y 60%! Los reporteros de *Newsweek*, indican que 3 300 kilómetros de ríos en Francia se han secado, que en el Rin y el Danubio se reducen notablemente los caudales "normales" y que los ríos británicos están en condiciones patéticas. California, a principios de 1991 atraviesa el quinto año consecutivo de sequía. Las lluvias en el invierno de 1990-1991 han estado 72% por debajo de los niveles históricos promedio. La pasada temporada de sequía, en 1976-1977, condujo al racionamiento del agua en las ciudades de todo el sur y centro del Estado. En esta ocasión la región tiene siete millones de habitantes adicionales. De continuar la sequía; indican Robert D. Hof y Kathleen Kerwin, redactores de *Business Week*, "las ciudades recibirán media ración del agua usual. Los agricultores no recibirán ni una gota. . . Pero con leyes draconianas o sin ellas, California se encuentra en riesgo de sufrir pérdidas multibillonarias en dólares por la sequía".

Una vez concluidas las hostilidades en Kuwait, es necesario retomar las advertencias del doctor Bernard Lown, profesor de Cardiología en la Escuela de Salud Pública de Harvard, Copresidente de la Federación Internacional de Médicos para la Prevención de la Guerra Nuclear y Premio Nobel de la Paz en 1985. El doctor Lown dirigió a fines de enero de 1991 una carta al mundo.²⁸ En ella, nos advirtió que la humanidad entera pagará los costos ecológicos de los incendios de los pozos petroleros de la región disputada. Como se sabe, Kuwait yace sobre 94 mil millones de barriles de petróleo; casi el 10% de las reservas mundiales, de acuerdo con lo ya señalado. Ese petróleo fluye hacia la superficie, desde los pozos, sin necesidad de bombeo, por la presión de los gases y de las capas geológicas de la corteza terrestre. Los informes recientes de lo acontecido en el verano de 1991, indican que las temperaturas

lente trabajo de Jacques Laberyrie, *El hombre y el clima*, Barcelona, Gedisa Editorial, Colección Límites de la Ciencia, 1988.

²⁷ *Unanswered Prayers. Europe's farmers brace for big losses as temperature rise and rain stays away*, en *Newsweek*, del 27 de agosto de 1990; p. 27.

²⁸ Fue publicada en la sección de *Ideas* del diario *Excelsior* el 1 de febrero de 1991.

en la costa occidental de la India y en el sur de Paquistán, han alcanzado niveles cercanos a los 50 grados centígrados, poniendo de relieve la forma en que la Tormenta del Desierto se extiende haciendo estragos a miles de kilómetros de distancia. Y, aunque no se han establecido claramente los efectos sobre el clima de la región, cabe suponer que las inundaciones en Bangladesh y en China están vinculadas al cambio de posición y de intensidad de las lluvias del monzón.²⁹

El doctor Abdulá Toukan, médico jordano y consejero científico del rey Hussein realizó algunos modelos de simulación sobre las implicaciones ambientales de los efectos de los pozos incendiados, de las cuales puso al tanto al doctor Lown. En el supuesto de 300 pozos incendiados quemando 70 mil barriles diarios, se quemarían 21 millones de barriles cada día. Vale la pena recordar que, en la actualidad algunos países de Europa Occidental, que importan la totalidad del petróleo que consumen, gastan, como Francia 483 millones de barriles ¡al año!, Italia 461, Holanda 352, España 338, Bélgica 172, Suecia 104. En otras palabras, que el incendio de los pozos de Kuwait equivale, en cuatro o cinco días, al consumo anual de un país como Suecia; y que en tres semanas se consumen cantidades equivalentes al gasto anual de un país como Francia o Italia.

Siguiendo con los cálculos del doctor Lown, y considerando su cifra de 21 millones de barriles quemados cada día, resulta que cada mes que dure el incendio se consumirán 600 millones de barriles. Dado que el número de pozos incendiados es más de el doble del calculado por el Dr. Toukan, podemos considerar que, cada mes, el incendio consumirá alrededor de mil millones de barriles. En 94 meses o en casi ocho años, podría extinguirse el incendio —después de haber secado los pozos. De acuerdo con Peter Montagnon del *Financial Times*, los ejecutivos que acompañaron a Peter Lillen en su visita a Kuwait señalaron que, a dos meses de iniciado el incendio aún es imposible acercarse a la zona por el intenso calor. Los resultados más desastrosos provendrán de la gigantesca producción de bióxido y monóxido de carbono. Cada mil millones de barriles consumidos generan 300 millones de toneladas de bióxido y 80 millones de toneladas de monóxido de carbono.

²⁹ *Excelsior* 12 de abril de 1991, p. 3.

Los 12 mil millones de barriles que se consumirán cada año que dure el fuego producirán 3 600 millones de toneladas de bióxido de carbono y casi mil millones de toneladas de monóxido de carbono. Cifras superiores a la producción mundial del año 1965. En otras palabras, el escenario del año 2050, anticipado en más de medio siglo.

Kuwait queda situado a la altura del paralelo 30, los humos ardientes irán ascendiendo hasta las capas de la estratósfera y, día a día, expandiéndose hacia el Sur y hacia el Este, en dirección a Irán, Afganistán, Paquistán, la India, formando un triángulo cada vez más amplio con un vértice en Kuwait y los otros dos cada vez más separados. Probablemente el triángulo llegue a cubrir China y Japón por el Norte e Indochina por el Sur. En todo este extensísimo territorio los humos de hollín, con sulfuros y nitritos, irán mezclándose con las lluvias de monzón y despositándose sobre las áreas agrícolas y boscosas, causando todo género de estragos. Es realmente revelador el hecho de que los centenares de satélites, capaces de detectar cualquier cosa, no hayan proporcionado un adecuado monitoreo de este catastrófico resultado incidental de la Guerra del Golfo Pérsico.

J.M. Kelly, en el número de septiembre de 1991 de la revista *Popular Science*, informaba sobre lo que se ha llamado la Operación Infierno del Desierto, indicando los avances logrados por las tres compañías especializadas en incendios de pozos petroleros —la más famosa la de Red Adair, la Boots & Coots y la Wild Well Control— señalando que aún quedan 400 pozos en llamas que queman, según él seis millones de barriles diarios, y, según los cálculos más conservadores, millón y medio.

Ahora bien, la contaminación atmosférica por emisión de gases derivados de la combustión de hidrocarburos, no sólo está elevando la concentración de CO y CO₂, propiciando con ello las modificaciones térmicas e hidrológicas que hemos señalado. Además, la contaminación atmosférica debida a las emisiones de óxidos de azufre y de nitrógeno, al dar lugar a procesos químicos en la atmósfera, producen ácido nítrico y sulfúrico generando las lluvias y nevadas ácidas, que tienen efectos letales sobre la vida animal y vegetal. Las emisiones de bióxido de azufre, en Europa Occidental, se calculaban, en 1973, en 25 millones de toneladas métricas y las emisiones de óxidos de nitrógeno en una cifra del orden de dos millones de toneladas de nitrógeno. Un estudio que

llevó tres años, en el que se hicieron muestreos diarios en 67 estaciones de control, promovido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), mostró que, de 1955-1956 a mediados de los años setenta, la acidez de las precipitaciones se había multiplicado por 10.³⁰ En este caso, también las advertencias vienen de muchos años atrás: la expresión “lluvia ácida” aparece por vez primera en 1872, cuando fue utilizada por el químico inglés R. A. Smith. En 1940 el sueco H. Egner volvió a destacar la influencia de la acidez de las precipitaciones sobre la vegetación. A fines de los años cincuenta el tema volvió a surgir, y recientemente se ha convertido en tema de intensa preocupación.³¹

Las cosas, sin embargo, son bastante más complejas de lo que lo arriba señalado parece indicarnos. No sólo se está produciendo un “efecto invernadero”, que tiende a calentar el planeta, como resultado del aumento de gases y partículas de todo género en la atmósfera. Además, se están produciendo cambios climáticos que, en ocasiones, generan inviernos más fríos que lo “normal”. Y cambios climáticos que dan lugar a prolongadas sequías donde y cuando “normalmente” llovía; así como a intensas precipitaciones, que dan lugar a inundaciones y desastre y medio, donde y cuando “normalmente” no llueve. John Gribbin nos dice,³² que “de mayo de 1975 a abril de 1976 fue el periodo de 12 meses más seco registrado en Inglaterra y Gales, y lo último que nadie esperaba era que lo siguiera otro verano abrasador. Pese a ello, 1976 dejó en segundo término incluso a 1975.³³ Señala, Gribbin, más adelante, que en 1978 la Comunidad Económica Europea inició un importante estudio sobre los cambios climáticos en el que se hizo notar “la sucesión de condiciones meteorológicas extremas que Europa había experimentado durante los anteriores 15 años. Estas incluían el invierno más frío desde 1740, el más seco desde 1743, el más cálido desde 1834, la mayor sequía desde 1726 y el mes de julio más cálido (en 1976) desde que se empezaron a registrar tales da-

³⁰ Varios autores “Acid Rain”, en *Scientific American* de octubre de 1979; pp. 39-47.

³¹ Véase, por ejemplo, el Dossier sobre “El Deterioro de los Bosques Europeos” en *Mundo Científico*, núm. 88, pp. 190-205; “The Alps: Storm Signals”, en *Newsweek* del 23 de abril de 1990.

³² En la obra citada arriba.

³³ *Op. cit.*, p. 13.

tos hace tres siglos”.³⁴ Ahora bien, lo que señala Gribbin se ve ampliamente sobrepasado por lo que vimos que señalaron Hannes y los climatólogos de la Universidad de East Anglia.

En fin, el tema es amplísimo y se merece un tratamiento más extenso y detallado. Pero cabe recordar, antes de concluir, lo que el historiador de la tecnología, el estadounidense Melvin Kranzberg ha definido como la primera Ley de Kranzberg: “la tecnología no es positiva ni negativa ni neutral”. Depende como todo lo humano, de quiénes y cómo la manejan. La polémica que a fines de los años sesenta iniciara el Club de Roma no se ha cerrado. La discusión que Thomas Robert Malthus sostuviera con su padre a fines del siglo XVIII está, igualmente, inacabada. Las batallas que los ludditas desarrollaron contra las máquinas tejedoras siguen en nuestros días. El tema es de la mayor importancia. Los enfoques han de poder tener la amplitud que se requiere. Estas páginas son una modesta primera aproximación.

³⁴ *Op. cit.*, p. 17.