

tierra
y espacio

**ecología
y sociedad
estudios**

Editores científicos

Carlos J. Delgado Díaz
Thalía M. Fung Riverón

Editores científicos: Carlos J. Delgado Díaz y Thalía M. Fung Riverón

Autores:

Aymara Zamora Reyes
Carlos J. Delgado Díaz
Eduardo Rivas Acea
Elsa Pérez Despaigne
Enrique P. Sánchez Hernández
Estrella Álvarez Varela
Francisco Benítez Echegoyen
Héctor López Salinas
Herio Toledo Vila
Iliana Vinardell Grandal
Jorge Cumberbatch Miguén
José R. Acosta Sariago
José Vega Feliú
Juan A. Araujo Ruíz
Juan R. Fagundo Castillo
Lissette Travieso Córdoba
Ma. del Carmen Espinosa Lloréns
Ma. Elena Cardoso Rodríguez
Marcela González Pérez
Marcia Friman Pérez
Nobel F. Rovirosa Morell
Pedro A. Vila Díaz
Rafael Pérez Cristiá
Ramón L. Casate Arias
Raúl Dupeyrón Morales
Thalía M. Fung Riverón
Zhenia Milán Fernández

ECOLOGÍA Y SOCIEDAD ESTUDIOS

EDITORES CIENTÍFICOS

CARLOS J. DELGADO DÍAZ

THALÍA M. FUNG RIVERÓN

Tierra y Espacio



EDITORIAL DE CIENCIAS SOCIALES, LA HABANA, 1999

ÍNDICE

Edición Ma. Amalia de la Torre Vidal
Diseño: Deguis Fernández Tejada
Proceso del texto: Ana Rosa Hernández Arias
Composición: Celia Ruíz Acosta
Corrección: Daysi Martínez Subit

© Todos los derechos reservados, 1999
© Sobre la presente edición:
Editorial de Ciencias Sociales, 1999

I.S.B.N.: 959-06-0346-7
Depósito Legal: M-34432-1999
Imprime: S.S.A.G., S.L. - MADRID (España)
Tel.: 34-91 797 37 09 - Fax: 34-91 797 37 73

Estimado lector, le estaremos muy agradecidos si nos hace llegar su opinión, por escrito, acerca de este libro y de nuestras ediciones

Instituto Cubano del Libro
Editorial de Ciencias Sociales
Calle 14, no. 4104, Playa,
Ciudad de La Habana, Cuba.

ECOLOGÍA Y SOCIEDAD / 1 **ECOLOGÍA, POLÍTICA, EDUCACIÓN AMBIEN-** **TAL / 5**

Medio ambiente y conciencias plurales / 5
Thalia M. Fung Riverón

Crisis ambiental, sociedad y educación / 14
María del Carmen Espinosa Lloréns

Sistema de formación académica en la educación ambiental / 47 ✓
María Elena Cardoso Rodríguez, Enrique Sánchez Hernández, Héctor López Salinas, Juan R. Fagundo Castillo, Carlos J. Delgado Díaz y María del Carmen Espinosa Lloréns

Una bioética sustentable para un desarrollo sostenible / 58
Jose Ramón Acosta Sariego

Ecología frente a desarrollo sostenible / 70
Zhenia Milán Fernández

El papel de la comunidad científica en la formación de la política pública de medio ambiente en Cuba / 99 ✓
Carlos Jesús Delgado Díaz

¿Es neutral la tecnología? 123 ✓

Marcela González Pérez

Estudio bibliométrico sobre ecología y medio ambiente: procedimiento para la realización de estudios bibliométricos / 132

Juan Antonio Araujo Ruiz

ECOLOGÍA Y SALUD / 143

La contaminación atmosférica como problema de ecología del hombre y sus efectos sobre la salud / 143

Herio de Jesús Toledo Vila

Que el alimento sea tu medicina / 162

Pedro Vila Díaz y Ramón Casate Arias

Evaluación toxicológica experimental de plaguicidas / 204

Marcía Friman Pérez y Rafael Pérez Cristiá

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD DE LAS AGUAS / 219

Caracterización hidroquímica de acuíferos y control automatizado de la calidad de las aguas / 219

Juan R. Fagundo Castillo, Estrella Álvarez Varela, Iliana Vinardell Grandal y José Vega Feliú

El reuso de aguas como alternativa para el control de la contaminación ambiental / 241

Enrique Sánchez Hernández, Francisco Benítez Eche-goyen, Lissette Travieso Córdoba y Nobel Roviroza Morell

Aplicaciones de las microalgas en la solución de problemas ambientales / 251

Jorge Cumberbatch Miguén, Lissette Travieso Córdoba, Francisco Benítez Eche-goyen, Raúl Dupeyrón Morales, Aymara Zamora Reyes, Elsa Pérez Despaigne y Eduardo Rivas Acea

ECOLOGÍA Y SOCIEDAD

En la entrada del tercer milenio ningún estadista, filósofo o especialista de las ciencias sociales duda que un problema global de primerísima importancia es la conservación del habitat del hombre. El desarrollo de una conciencia ecológica en grupos progresivamente mayores de seres humanos es resultado de la comprensión de la relación hombre-naturaleza, de sus diferencias; pero, asimismo, de su identidad.

El hombre afirmó su naturaleza propia al diferenciarse de su entorno, al sustantivarse, e incluso al separarse de modo ideal de su medio en tanto su no-yo. Utilizó y transformó los recursos naturales hasta que su acción agresiva comenzó a volverse contra el propio hombre. Muy temprano Carlos Marx y Federico Engels llamaron la atención ante la depredación de la naturaleza y señalaron el impacto natural y social que significaba la sistemática destrucción de los bosques de Cuba.

El aumento del conocimiento de la relación hombre-naturaleza y su socialización ha llevado a que el movimiento en favor de la naturaleza haya alcanzado, incluso, a la formación de políticas públicas y encontrado eco en Naciones Unidas, de lo cual es una buena muestra la Cumbre de la Tierra de 1992.

Ahora bien, ante una globalización económica que ha acrecentado geoméricamente la distancia entre las élites ricas y las crecientes masas hambreadas, el problema de la protección del medio ambiente se hace muy complejo, porque el propio hombre aparece, como dijo Fidel en Río de Janeiro, como una especie en peligro de extinción o podría decirse que parece devenir una especie endémica para ciertas partes del planeta.

Ante el hambre de hoy es casi obligada la depredación del medio ambiente por el hombre. Para esas urgencias no existen otros discursos que aquéllos dirigidos a satisfacer las necesidades vitales. Sin embargo, no es la depredación del hambre la de mayor impacto sobre el medio ambiente. Ella, además, es políticamente evitable con la redistribución de los recursos. La depredación causada por las guerras, por la continuación e incremento de la producción de armas de destrucción masiva, incluido el medio ambiente, constituye la agresión de mayor gravedad a nuestra casa común: el planeta azul.

De todos modos, los hombres, quienes poseemos la capacidad de anticipar acontecimientos, nos enfrentamos a retos que consideramos que estaremos en condiciones y en obligación de resolver no a muy largo plazo. Un problema planteado implica, un problema que la sociedad debe resolver. Un problema bien planteado trae consigo una probable solución. El hecho de que miles de grupos, personas de países, culturas, nacionalidades, religiones diferentes aborden el asunto de modo reflexivo, profundo, y en la búsqueda de soluciones globales y comunitarias implica que el asunto ha pasado a constituir la agenda pública y la agenda privada con efectos públicos, tanto a nivel local, como de gobierno mundial.

En Cuba se han tomado acciones de distinto espectro en favor del medio ambiente, desde la legislación dictada por el Estado, hasta trabajos científicos relacionados con el tema del nivel del estadio de nuestro desarrollo y de las condiciones concretas del país, así como estudios filosóficos y sociales que realizan los especialistas de las disciplinas más diversas en los cuales vinculan fenómenos ecológicos y medidas sociales.

El Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) y la Sociedad Cubana de Investigaciones Filosóficas (SCIF) presentan en este libro un conjunto de trabajos realizados por estudiosos de diferentes disciplinas que en su ejercicio profesional se proyectan de algún modo sobre su entorno.

ECOLOGÍA, POLÍTICA, EDUCACIÓN AMBIENTAL

MEDIO AMBIENTE Y CONCIENCIAS PLURALES

Thalia M. Fung Riverón

Universidad de La Habana

Sociedad Cubana de Investigaciones Filosóficas

Un trabajo no publicado de Christopher Clarke (1)* que aborda la modelación de la conciencia participatoria me indujo a repensar mis consideraciones acerca de la relación entre la conciencia ecológica y sus diversos portadores. De la forma fácilmente omnicomprendiva de las relaciones interactuantes entre las llamadas “fuerzas humanas y naturales” se ha pasado de manera paulatina a diferenciaciones de orden diverso, entre las cuales parece imponerse en la comunidad científica internacional el hecho de una relación no sólo indisoluble, sino en estos momentos en extremo peligrosa entre la sociedad humana y la naturaleza.

La complejidad que había revelado la Ecología al desarrollarse como Ecología humana —distinción des-

* Los números entre paréntesis remiten a la Bibliografía que se ubica al final de cada artículo y los que aparecen en cursiva indican la página del libro de donde se tomó la cita. (*N. del E.*)

tacada correctamente por Enzensberger—, (3) lo cual la impelía a contaminarse con intereses de macrogrupos y microgrupos sociales hizo, en mi opinión, por una parte, más difícil el acercamiento científico a la relación sociedad-naturaleza y, por otra parte, aportó cierto esclarecimiento en el campo del medioambientalismo sobre el hecho de que la extensión de la conciencia ecológica no ha logrado —y tardará bastante tiempo más— universalizarse, a pesar de que los problemas ecológicos son, indiscutiblemente, hoy problemas mundiales.

En los complicados procesos imbricados de la conciencia individual y colectiva poseen una dimensión importante la situación objetiva de los diversos grupos sociales, capas, estratos y el estado subjetivo causado por la dominación política y no es menor en profundidad, aunque si en extensión, el peso que alcanza el grado de cognición global y comunitario del problema.

La unidad de la naturaleza y la sociedad humana se hizo presente en el pensamiento de Marx desde su extrema juventud cuando buscaba la humanización de la naturaleza y del hombre mediante de la recuperación de sus sentidos, (4) con lo cual se incluyó entre los primeros que tomaron en cuenta que formarían parte de la disciplina Ecología. Según la teoría marxista, el desarrollo humano constituye un proceso histórico-natural y en su sistema conceptual se encuentra la huella de esta unidad; por ejemplo, en categorías, como la angular de *formación económico-social* que no reniega ni oculta su evidente pasado geológico ni, como plantea Enzensberger, la referencia biológica en la composición orgánica del capital. (3) No obstante, cuando Marx estructura las diversas formas de la conciencia social no incluye la ecológica en la mencionada estructura, lo cual lo hace consecuentemente consigo mismo, al no presumir pro-

blemas que no habían alcanzado un grado de madurez real.

El hombre es la única especie que puede conocer su origen, precisamente en su presunto contrario, y a la vez “saber” a éste. Ahora bien, este conocimiento no se impone sin lucha teórica y práctica. Esta lucha no se inscribe sólo, por supuesto, en el plano cognitivo, también en ella ocupa un lugar decisivo la actividad del hombre sobre su entorno en función de su supervivencia. Constatamos que en el pensamiento de Marx y Engels estuvieron presentes estas interrogantes y es de notar que en la *Dialéctica de la naturaleza* (2) Engels se refiere al perjuicio ecológico que significaba la tala de los bosques de Cuba. No obstante, los problemas no habían alcanzado, en el orden cognitivo sistematizado ni empírico común, las dimensiones que harían extender esos conocimientos y la actividad preventiva consecuente. Se cuestionan los especialistas si pesó Marx o no en la conformación de la Ecología en tanto disciplina. Aunque este problema es interesante, amerita un debate especial que trasciende nuestro objeto; para mí lo importante es la posibilidad teórica y metodológica de aproximarse certeramente al asunto, lo que en ese sentido puede aportar o no el marxismo a la reflexión de un problema que ha devenido *cuasi* angustioso para la comunidad científica y que ha llamado, ya de forma prioritaria, la atención de las organizaciones internacionales.

No es hasta avanzado el siglo XX que las cuestiones ecológicas comienzan a ser patrimonio de numerosos grupos. Por supuesto, su acercamiento ha diferido según las culturas, tradiciones y, en primer lugar, las necesidades. A medida que el hombre se afirmó como identidad sustantiva frente a la naturaleza comenzó a asumir una actitud antropocéntrica que no se ha perdido hasta

hoy. De la integración sincrética de las comunidades primitivas, al pasarse a las diferenciaciones sociales, la mayoría de los hombres fueron cosificados en las mentes de los grupos dominantes e indiferenciados de la naturaleza, a pesar del hecho de que se hace progresivamente indudable que el estado objetivo de un sujeto no puede librarse, en última instancia, de su condición natural.

Hoy, cuando se extiende el conocimiento del peligro de la afectación irreversible que se causa sobre la naturaleza y su sistemática extensión y sus consecuencias en la especie humana, ésta también lucha por sobrevivir hombre a hombre y ya no por necesidades artificiales, sino respondiendo a necesidades primarias. Porque la especie humana, en tanto naturaleza, necesita reproducirse continuamente, hombre a hombre y de modo ampliado. Eso es lo que sucede en los países subdesarrollados; para esta mayoría poblacional el hecho de que la especie humana aparezca en los programas matemáticos con una vida no superior a 8 000 000 de años en nuestro planeta o que sólo fueran 80 000 años el tiempo de permanencia en este habitat no es asunto de vital importancia, cuando la reproducción inmediata de su vida se encuentra en juego por la hambruna, enfermedades, sequía y otras calamidades hasta ahora denominadas comúnmente "naturales". Ahora bien, la conciencia ecológica mundial, a pesar de todo, tiene que crecer, pero ello requiere de que se haga patrimonio del hombre medio de toda sociedad.

A pesar de que en la Agenda de Naciones Unidas la protección del medio ambiente ha alcanzado el rango de problema global, éste no puede aislarse de problemas mundiales que han devenido endémicos para el llamado "Tercer Mundo"; pero que se han inmiscuido también progresivamente, a veces de modo silencioso, aunque

continuado, en los países del Primer Mundo. Como ha dicho Fidel en la Cumbre de Río, hay una especie en peligro de extinción: la humana. Sus posibilidades de supervivencia se ven agredidas, en lo esencial, de múltiples modos por otros hombres. No obstante, es oportuno reiterar que las catástrofes ecológicas no distinguen entre países primer mundistas u otros, entre gobernantes y gobernados.

Como afirmamos con anterioridad, el hombre es el único ser capaz de degradar su entorno y, a la vez, conocer el daño que causa. Su negación tiende a devenir afirmación, que no sólo es un resultado del conocimiento, porque también se encuentra condicionada por la afectación resultado de la actividad para la satisfacción de las necesidades primarias; al hombre, como a la naturaleza se le puede analizar globalmente en tanto problema mundial en relación con su entorno. Sin embargo, sería ilusorio no tomar en cuenta al hombre individual, a los colectivos, a determinados grupos humanos, a determinadas sociedades que, al enfrentar urgentes problemas insolubles a su dimensión, no se encuentran en condiciones de interiorizar y actuar en consecuencia ante los imperativos de la protección del medio ambiente que demandan un conocimiento causal y una actividad local y global.

Enzensberger hace una clara y bastante completa exposición de los factores de degradación existentes no sólo físicos, sino también psíquicos; y decimos bastante porque consideramos que ubica los problemas globales sin hacer diferencias entre los heredados, los agentes que los han tradicionalmente originados y los fenómenos naturales y sociales. Sus soluciones alcanzan espacios limitados. No obstante, ello puede considerarse un comienzo válido y práctico. Es nuestro criterio que deben

concertarse las políticas públicas de gobiernos y organizaciones mundiales gubernamentales y las acciones y voluntades de las organizaciones no gubernamentales.

Nuestra primera conjetura de la contaminación de la conciencia ecológica con los problemas inmediatos sociales de sus portadores materiales nos conduce a plantearnos: ¿puede existir una conciencia ecológica mundial? Creemos que la educación ambiental desempeña un papel primordial en la formación de la conciencia ecológica; mas, no podemos hacer abstracción de que las necesidades primarias el hombre tiene que satisfacerlas, incluso, en un grado de inconsciente indiferenciación con la naturaleza; en otros términos, necesita comer, dar de comer a sus hijos, cobijarse, vestirse y, aunque sienta el placer estético de ver los árboles del bosque, no dudará en convertirlos en leña para calentarse y cocer sus alimentos. La literatura nos aporta numerosos ejemplos, uno, conmovedor, es el reflejado en *Madre tierra*

La formación de una conciencia ecológica no puede estar ni ser ajena, como analiza correctamente Enzensberger, del debate ideológico, ya que la neutralidad y asepsia ideológicas no son otra cosa que ideología. Insistimos que la conciencia ecológica se encuentra en proceso de formación, son apreciables en ella elementos dispares y su necesaria tendencia a la universalidad no significa que no haya grados diversos cognitivos y axiológicos en su conformación —desde actitudes negativistas que rechazan, de modo absoluto, cualquier conservatismo de la naturaleza y que se explican con el criterio de que el futuro no existe, hasta los que concentran sus esfuerzos dedicados a la actividad local proteccionista sin que reflexionen suficientemente sobre el hecho de que, aunque las medidas globales sean urgentes, tienen que tomarse en cuenta y pesar en los intereses de todos los hombres

y la actuación local sirve, pero no elimina los riesgos mundiales—.

La conciencia ecológica se desarrolla de modo contradictorio histórico-concreto no sólo en relación con la naturaleza, sino, asimismo, de modo intersubjetivo. El pretender que el concepto de conciencia ecológica posea similar contenido en los académicos y en las clases medias de los países del Norte hiperindustrializado y los países, e incluso los académicos y clases medias, del Sur posee una coloración un tanto utópica. Sus propios paradigmas tienden a diferenciarlos. Coincidirán en muchas apreciaciones, pero los distancian sus referentes particulares reales. Por supuesto, nos referimos a grupos no a individuos que, independientemente de la nacionalidad, de la ciudadanía, de su situación personal, pueden coincidir en la cognición, en la convicción y en la acción. La conciencia se expresa como conciencia ecológica, en un momento del desarrollo social, cuando los problemas de la relación sociedad-naturaleza-sociedad o naturaleza-sociedad-naturaleza han alcanzado una dimensión imperativa que se asienta en grupos progresivamente mayoritarios de hombres. Su carácter contradictorio se manifiesta:

- En relación con la conciencia común formada de manera espontánea y la densamente reflexiva sistematizada.
- En relación con la conciencia individual y colectiva.
- En relación con la conciencia intracolectiva por los grados diferentes de cognición y eticidad existentes en el interior de cada grupo societario.
- En la posición de partida donde pesan de manera indiscutible las corrientes, voluntades y acciones políticas.

- En la convergencia a veces antitética y otras unitaria de especialistas de ciencias naturales, exactas y sociales.

De todos modos, la conciencia ecológica, quizás más que ninguna otra, obliga a sentarse en la misma mesa para tratar un mismo asunto a los científicos naturales y sociales; por su naturaleza, aun en su contradictoriedad, impone el tratamiento interdisciplinario.

Por último, no queríamos dejar de referirnos a un problema que ha recorrido la agenda política durante algunos años. Se sabe que la izquierda generalmente ha sido reluctante e incluso ha contradicho al ecologismo. Algunas corrientes e individuos se han opuesto a las teorías ecologistas por considerar que se abstraen de los problemas del hombre. Es nuestro criterio, desde la izquierda, que la pretensa neutralidad de algunas concepciones ecologistas, encabezadas por los grupos de poder de nivel mundial, como el Club de Roma, no son aceptables, porque quienes plantean el cuidado del planeta por la alteridad no sólo eluden, sino que en el presente continúan sus acciones depredadoras y fuertemente agresivas contra el ecosistema mundial del hombre con acciones, como el enterramiento de sustancias radioactivas y las pruebas nucleares.

Al igual que sería una generalización sin fundamento considerar a todos los ecologistas como un conjunto homogéneo, del propio modo, unir la plural izquierda en un solo bloque padecería del mismo mal. Por lo cual pienso que es necesario encontrar un lenguaje y espacio comunes para quienes defienden la naturaleza y, en consecuencia, al hombre, y para los que priorizan al hombre, lo que también constituye un modo de luchar por la naturaleza. Consideramos que, a pesar de la evidente existencia de conciencias ecológicas plurales en el mundo de hoy, puede haber una concertación ante las demandas mínimas con el objetivo de alcanzar pro-

gresivamente una conciencia ecológica mundial en el venidero siglo.

Estoy convencida que la reconciliación de la humanidad con la naturaleza, valor axiológico fundamental de nuestros días, pasa por la reconciliación del hombre con el hombre, aunque no necesariamente tengan que producirse en orden consecutivo, sino que pueden desarrollarse de forma conjunta. Me parece que el cuidado de nuestro hermoso y pálido puntico azul (5) exige la protección de su biodiversidad en todas sus dimensiones y de sus inteligencias, de lo simple sistematizado y de lo plural tradicional, local y general, y en ese gran objetivo pueden tener identidad los ecologistas, la izquierda, los científicos naturales y sociales y el hombre común.

BIBLIOGRAFÍA

1. CLARKE, CHRISTOPHER: *Modelling Participatory Consciousness*, primera revisión, 21 de septiembre de 1995 (versión preliminar, no para publicar).
2. ENGELS, FEDERICO: "El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre", en *Dialéctica de la naturaleza*, Editora Política, La Habana, 1979.
3. ENZENSBERGER, HANS MAGNUS: "A Critique of Political Ecology", en Ted Benton (ed.): *The Greening of Marxism*, The Guilford Press, Nueva York-Londres, 1996.
4. MARX, CARLOS: "Manuscritos económico-filosóficos de 1844", en *Escritos económicos varios*, Grijalbo, Ciudad México, 1962.
5. SAGAN, CARL: *Blue Pale Dot*, Random House, Nueva York, 1994.

CRISIS AMBIENTAL, SOCIEDAD Y EDUCACIÓN

María del Carmen Espinosa Lloréns

División de Estudios de Contaminación Ambiental
Centro Nacional de Investigaciones Científicas

Un nuevo peligro está acechando al hombre: el peligro de la autodestrucción.

Al principio la relación del hombre con la naturaleza fue de mutua armonía. Mas, con el advenimiento de la enorme industrialización, el crecimiento de la población y los avances científicos en las diferentes cuestiones de la vida se le han provocado disturbios y daños al ecosistema más allá de una posible reparación. (22)

El pequeño planeta azul donde vivimos es muy vulnerable, pero no parece que tengamos aún clara conciencia de ello. Desde hace unos veinte años comenzamos a interesarnos por los problemas del medio ambiente; sin embargo, continuamos causándole daños irreversibles. El aire, el agua, la tierra y nuestros alimentos están contaminados, en gran medida, por nuestra culpa. Hemos hecho del desarrollo industrial, en contra de la calidad de vida, el índice de la civilización de los pueblos.

En un principio el aire era puro, pero ha dejado de serlo desde que la cantidad de gases contaminantes que se evacúan a la atmósfera supera con creces la capacidad de absorción de la naturaleza. El equilibrio ecológico se ha roto y las amenazas se multiplican: efecto invernadero, adelgazamiento de la capa de ozono, cambios climáticos, aumento del nivel del mar.

Destruimos los bosques, dando paso a la desertificación y a las inundaciones. El tabaco, las chimeneas inadecuadas y los componentes nocivos de algunos

materiales contaminan los lugares donde vivimos y trabajamos. Ya no es posible desatender las advertencias de los científicos más competentes del mundo entero. Es hora de medir las consecuencias de nuestros actos cotidianos si no queremos que las generaciones futuras estén condenadas a vegetar en un planeta moribundo. (3)

¿Durante cuánto tiempo podrá la biosfera tolerar la carga cada vez mayor que la sociedad humana le impone? Hay quienes creen que la humanidad es incapaz de controlar el proceso acelerador que amenaza con destruir la biosfera y la civilización y que el colapso del sistema será total y entrañará la extinción de la especie humana. En cambio otros, más optimistas, tienen fe en que el hombre, con su gran ingeniosidad e inventiva, logrará alcanzar un nuevo equilibrio ecológico antes de que sea demasiado tarde.

La lucha contra la contaminación ambiental entra en conflicto con poderosos intereses sociales y económicos. Dramáticos sucesos políticos relacionados con el medio ambiente han ocurrido en todo el mundo en la última década. Las personas más informadas de los problemas ambientales han tomado partido por la defensa de la Tierra. De acuerdo con esto, han surgido tensiones entre la opinión pública y los políticos. Dentro de los países desarrollados esta conciencia también ha hecho surgir preguntas acerca de cómo alcanzar un balance entre la preservación del medio ambiente y el progreso económico, mientras que se aseguren suficientes recursos para nuestras futuras generaciones. (8)

Esta presencia extensiva de la política en los asuntos ambientales y la necesidad de formación de una conciencia *ambientalista* por el bien del hombre actual y de las futuras generaciones requieren de una sociedad más

informada, conocedora y educada. El hogar, la comunidad y la escuela son tres instituciones, potencialmente atractivas, que pueden ayudar a la tan necesaria educación ambiental con el objetivo de lograr estos fines.

¿Cómo comenzó el problema del deterioro del medio ambiente?

Algunos autores expresan que el período industrial moderno o tecnológico en que nos encontramos comenzó con la llamada "Revolución Industrial". (4) Esa transición industrial se inició en Europa y América del Norte hace unos cincuenta o doscientos años y sigue desarrollándose en muchas partes del globo. Y, aunque este período comenzó hace sólo siete u ocho generaciones, sus acciones desproporcionadas han tenido repercusiones sobre la Tierra y su funcionamiento en relación con su duración. Sus características ecológicas no se asemejan a las de ninguno de los períodos precedentes de la existencia humana, como puede advertirse con extraordinaria nitidez en la situación actual en que se hallan la población humana, la energía y los ciclos biogeoquímicos.

En el período industrial moderno el conocimiento enormemente acrecentado de las necesidades nutricionales de nuestra especie y las nuevas concepciones de la salubridad y de la medicina, incluida la revolución farmacológica, han dado como resultado un cambio extraordinario en la dinámica de la población. Como consecuencia, la población humana se duplica en la actualidad cada treinta y cinco o cuarenta años, mientras que en los dos períodos precedentes —período agrícola temprano y período urbano primitivo— ello sucedía cada mil quinientos años.

Otro rasgo sobresaliente del período industrial moderno que determina, a su vez, muchas otras características suyas ha sido la creación masiva de máquinas y de procesos de fabricación que emplean una energía extrasomática. Sus principales fuentes son los combustibles fósiles, en primer lugar, el carbón y hoy, sobre todo, el petróleo y el gas natural. En algunos lugares la energía hidroeléctrica desempeña un papel considerable y la energía nuclear está pasando con rapidez al primer plano. En países altamente industrializados, como los Estados Unidos, la cantidad de energía utilizada per cápita es en la actualidad 30 veces mayor que antes de la transición industrial.

De este modo, a diferencia de los períodos anteriores, el ritmo de incremento de la utilización de energía en el período industrial moderno no va parejo con el ritmo de aumento de la población y la proporción de la energía extrasomática empleada por la sociedad aumenta continuamente. En términos generales, tal aumento es dos veces más rápido que el de la población.

En muchas regiones los ciclos naturales biogeoquímicos ya no están intactos. Por ejemplo, la manipulación de los ciclos del carbono y del fósforo puede plantear graves problemas en el futuro. En el caso del ciclo del nitrógeno, grandes cantidades de desechos nitrogenados producidos por las comunidades humanas que en los períodos precedentes volvían al suelo se pierden ahora en los ríos y los océanos y los procesos de elaboración industrial descargan importantes cantidades de óxido de nitrógeno en la atmósfera.

Un cambio primordial de índole cualitativa en este período ha sido la producción, frecuentemente masiva, de miles de nuevos compuestos químicos; muchos de ellos tienen efectos considerables en los sistemas bióti-

cos. Grandes cantidades de esas sustancias químicas sintéticas van a parar a los océanos, al suelo, a la atmósfera y, como es natural, a los organismos vivos.

Otras dos características de la etapa actual de la existencia humana son su complejidad y su imprevisibilidad. La economía moderna y el sistema económico de interdependencia entre los países está volviendo mucho más complejos de lo que fueron hasta hace apenas una generación los problemas de la utilización de la tierra y de los recursos naturales. Por ejemplo, hoy se dispone de máquinas para talar grandes superficies forestales en un espacio de tiempo extraordinariamente corto. Con la tecnología moderna de las comunicaciones, una decisión tomada hoy en un centro financiero de una zona templada puede conducir en el lapso de una semana a la tala de una selva tropical —que había necesitado cien años para crecer— a 10 000 km de distancia.

Si resultan acertadas ciertas predicciones que hoy suelen hacerse acerca del incremento futuro de la utilización de la energía, hacia el 2050 la humanidad estará empleando, aproximadamente, tanta energía como la que utilizan todas las otras especies animales y vegetales juntas. No es preciso ser un especialista para advertir que semejante incremento del uso de la energía y el consecuente aumento de la utilización de los recursos y la descarga de desechos no pueden continuar de modo indefinido.

Es decir, de acuerdo con el criterio de algunos autores, (21) la humanidad impacta el ambiente materialmente de tres formas:

1. Al provocar disturbios en el equilibrio dinámico del sistema ecológico. El disturbio de estos equilibrios puede acelerar, retardar y/o cambiar los desarrollos evolutivos que ocurren de manera natural. La magni-

tud de esta interferencia provocada por la tecnología depende de la intensidad con la cual la humanidad altere el flujo de los materiales. Hoy en día se mueven más materiales por el hombre que por las fuerzas geológicas. Menos del 20 % de todos los materiales movidos finalizan en productos o infraestructura. La capacidad total de reciclado es, obviamente, muy limitada.

2. Por la contaminación con materiales ecotóxicos y depósitos de residuos que provienen de todas las partes de la economía y finalizan en el ambiente. La reducción de los impactos en la salud y en el ambiente fue el foco de la primera ola de medidas de protección ambiental (limpieza) y minimizar sus peligros fue la razón de la primera ola de respuestas técnicas.
3. Con residuos materiales que ya no sirven para ningún uso del propietario y que regresan al ambiente desde todas las partes de la economía. Los costos de disposición de residuos aumentan rápidamente en los países industrializados. Como es natural, ningún retorno de residuos al ambiente puede alcanzarse sin provocar, de nuevo, disturbios al equilibrio ecológico.

La intensidad del uso de los materiales y la energía de los bienes y servicios son los nexos esenciales entre la creación de bienes materiales y los impactos ambientales no sólo porque ellos determinan las cantidades de materiales naturales necesarios, sino también porque establecen los flujos de residuos y los tipos y cantidades de materiales tóxicos creados.

Encarados a un ambiente degradado y a la creciente divergencia entre la creación de bienes y el bienestar humano, el mundo industrializado tiene que, progresivamente, reducir sus consumos de materiales y energía.

No hay una relación fija entre este consumo y el valor total de nuestra actividad económica.

Ahora bien, ¿cuáles son esos cambios globales que el hombre ha provocado en el entorno y que van más allá de las fronteras regionales?

Estos cambios —de cuyos efectos continuamente oímos hablar en los medios de información—, en lo fundamental, son:

- Lluvia ácida.
- Deterioro de la capa de ozono.
- Efecto invernadero.
- Deforestación.
- Desertificación.
- Inundaciones.

Los efectos provocados por estos cambios están interrelacionados, por lo que muchas veces no se pueden analizar aisladamente. Es por ello que en la información consultada acerca de alguno de estos fenómenos a menudo aparece relacionado otro u otros. Por ejemplo, los efectos de la deforestación están relacionados con el efecto invernadero y con la biodiversidad; a su vez, la lluvia ácida provoca deforestación.

¿Cuál ha sido la causa de estos graves problemas de deterioro del medio ambiente?

Con independencia de los problemas de la contaminación en los propios países capitalistas de alta industrialización, ha sido el modo de producción capitalista el que ha provocado una situación profundamente degradada en los países subdesarrollados. Ya en la segunda mitad de la década de los 70 del pasado siglo Federico Engels había señalado que a los plantadores españoles en Cuba, quienes pegaron fuego a los bosques de las

laderas de sus comarcas y utilizaron las cenizas de magnífico abono para una generación de cafetos altamente rentables, les tenía sin cuidado el hecho de que con el tiempo los aguaceros tropicales arrastrasen el mantillo de la tierra, falto de toda protección, dejando la roca pelada. Lo mismo frente a la naturaleza que frente a la sociedad sólo les interesaba de un modo predominante, en aquel régimen de producción, el efecto inmediato y el más tangible. (19)

Algunos autores consideran que una característica central de este proceso es que mientras que los beneficios económicos derivados de la explotación de los recursos naturales se aprovechan en forma privada, la destrucción ambiental resultante se absorbe en forma pública. (10) Por consiguiente, ciertos grupos sociales se benefician de la destrucción ambiental, pero otros se perjudican. Resolver la crisis ambiental requerirá, por tanto, transformar los modelos de desarrollo político en los que se establecen las prioridades de desarrollo.

De acuerdo con esto, es necesario tener en cuenta que en una sociedad capitalista, cuando los elementos naturales se definen como recursos y son utilizados con propósitos de producción, los sistemas económicos y legales imponen un desbalance adicional. El derecho de apropiación de los elementos naturales es asumido por un individuo o un grupo de ellos y los beneficios son también utilizados de forma privada. Pero, las consecuencias en gran escala y a largo plazo de estas acciones individuales son socializadas; son absorbidas por todos.

Además, este proceso de apropiación puede ser directamente conflictivo. Aquellos intereses que poseen la decisión económica y política y el poder para hacerlo pueden apropiarse o destruir los elementos naturales que constituyen el sustento de otras personas. La producción

industrial descontrolada realizada por un grupo con el propósito de producir y consumir una mayor cantidad de bienes más sofisticados puede dejar a otro grupo debatiéndose con el suelo contaminado o con su pérdida, con el aire contaminado o con el agua envenenada.

La dinámica de la deforestación de la cuenca del Río Amazonas es un ejemplo de estos desplazamientos de los efectos. Las investigaciones han demostrado que la energía liberada por la condensación del agua evaporada por los bosques que cubren la Cuenca del Amazonas representa una contribución importante al equilibrio térmico de la Tierra. La deforestación de esta región, por lo tanto, provoca una reducción de la evaporación que resulta, en última instancia, en una temperatura más alta en las latitudes más centrales del globo. (15) Las investigaciones biológicas y zoológicas también han catalogado más de 500 000 especies de plantas y animales en la región del Amazonas. Esto representa sólo una fracción del número total realmente presente cuya extrapolación sugiere que existen más de 10 millones de especies, lo cual hace a esta región la de mayor biodiversidad en la Tierra.

En esta región, sin embargo, una sola corporación privada ha sido responsable de la quema de aproximadamente 140 000 ha de bosque tropical virgen en los años recientes; la mayor destrucción que ha ocurrido hasta la fecha en una sola propiedad. La tierra fue limpiada para crear zonas de pasto para 46 000 cabezas de ganado. Ahora se reconoce ampliamente que este tipo de acciones en la Cuenca del Amazonas produce una disminución de la hierba debido a la disminución de fósforo en el suelo, su compactación, erosión, etcétera. En otras palabras, un beneficio económico temporal, no sostenible, fue apropiado de modo individual por un

grupo con intereses privados al costo de la destrucción permanente, incontrovertible, de partes de un elemento irremplazable del mecanismo de reproducción de la Tierra.

Las actividades económicas típicamente asociadas con el desarrollo en América Latina, como agricultura, acuicultura, minería, actividades forestales, ganadería, etcétera, requieren de una intrusión en los sistemas ecológicos, lo cual provoca disturbios y efectos a largo plazo sobre el medio ambiente.

Sin embargo, el impacto negativo de los grupos sociales afectados no es uniforme. Es decir, de forma bastante simplificada: ni todos somos beneficiados ni sufrimos de igual modo, como resultado de la desorganización del mundo natural que todos confrontamos hoy día. El título de propiedad le confiere al propietario el derecho a definir los elementos naturales como recursos y "explotarlos". De este modo es como grupos específicos dentro de la sociedad han adquirido el derecho a explotar lagos, cursos de agua, bosques, costas, suelos y hasta el aire para su ganancia económica individual. Este es el poder del derecho de propiedad.

La mayoría de las veces aquellos grupos responsables de los daños ambientales son los que se encuentran en la mejor posición económica para protegerse a sí mismo de los efectos nocivos de sus propias acciones. El acceso a la energía, agua y aire limpios, alimentos libres de pesticidas y herbicidas se encarecen continuamente. Así, la explotación de recursos para la obtención de ganancias en forma privada genera para algunos las riquezas necesarias para escapar a las consecuencias generalizadas de la misma explotación —por ejemplo, carencias de combustibles, contaminación de aire, agua

y suelo—, al mismo tiempo que impone a otros una calidad de vida deteriorada.

¿Cuál ha sido la reacción del hombre acerca de estos problemas que confronta la humanidad?

Hoy en día los seres humanos están tratando de solucionar los problemas que emergen de los cambios ambientales. Este proceso está ocurriendo y es en sí un proceso político. El proceso de resolución aumenta el conocimiento de la sostenibilidad ambiental y, entonces, estimula a otros a estudiar, planear e implementar metas y objetivos ambientales. Esta eventualidad da otra oportunidad para un desarrollo positivo de la política ambiental. Debido a todas estas variables, la política pública ambiental está en constante cambio. Desafortunadamente, los políticos, por otro lado, deciden normalmente sobre asuntos ambientales en una atmósfera cargada de influencias conflictivas y el progreso hacia una sostenibilidad ambiental está a menudo restringido y retardado.

La mayoría de los problemas ambientales no tienen fronteras —por ejemplo, el aire y el agua— y, aunque para muchas personas estos problemas parecen distantes, ellos tienen un orden superior de prioridades, como el alimento y la seguridad, y sólo se toma conciencia de su gravedad cuando se entra directamente en contacto con ellos. Las naciones tienen que unirse igual que el aire y el agua, es decir, sin fronteras para combatir de manera exitosa estos asuntos ambientales como lo que son: una causa común que nos afecta a todos.

Esta forma de reaccionar ante los graves problemas ambientales que afronta la humanidad sería la ideal. Sin embargo, se puede decir que en realidad existen dos tendencias diferentes ante esta situación, lo cual sería

lo mismo que decir ante la relación medio ambiente-desarrollo: una, desde un punto de vista de “catastrofismo”, y otra, desde un punto de vista humanista, más optimista ante el futuro y ante los resultados que puedan alcanzarse en el mejoramiento de esta relación.

En múltiples círculos capitalistas se habla, desde hace varios años, de “límites al crecimiento” y “crecimiento cero”, argumentando que las relaciones entre el crecimiento de la población, la producción agrícola industrial, las reservas de materias primas y la contaminación ambiental son tales que en un futuro relativamente cercano no podrá continuarse el desarrollo económico y social de la humanidad. (19)

La lucha ecológica surgió de una crisis; el primer grito de advertencia acerca de esa crisis se hizo sentir en 1972. Un grupo de especialistas se reunió en Roma. Científicos, economistas, sociólogos y antropólogos produjeron un texto que tuvo gran repercusión: *La crisis del límite de crecimiento*. Toda la ideología occidental, fuera capitalista o socialista, partía del presupuesto de la ausencia de límites. El crecimiento se movía entre dos infinitos: el infinito de los recursos naturales de la Tierra y el infinito del desarrollo del crecimiento.

A la afirmación de que podíamos crecer de modo indefinido, producir el máximo posible de medios e instrumentos de vida, más tecnologías, más bienestar, algunos contestaron “que había límites para todo”. Los recursos naturales se están agotando e incluso podemos prever cuándo se acabarán algunos de ellos. El crecimiento demográfico de la humanidad no guarda proporción alguna con las posibilidades alimentarias. En 1950 éramos 2 500 millones; en 1975, 4 000 millones; en 1989, 5 200 millones; y en el 2000 seremos 6 400 millones de seres humanos.

En 1972, cuando se celebró en Estocolmo la Primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, su mensaje implícito acerca de la higiene del medio ambiente y del equilibrio ecológico llegó a ser innecesariamente un tema de confrontación entre los países más avanzados del mundo y los países en desarrollo. Este comienzo desafortunado se debió al exceso de entusiasmo de los ambientalistas, según expresan algunos autores. (24) Fueron ellos quienes convirtieron en un villano al “crecimiento económico”, mientras que los países en desarrollo veían en él su salvación.

Fue la entonces primera ministra de la India, Indira Gandhi, quien devolvió a esa Conferencia un grado considerable de equilibrio, al resaltar en su discurso de apertura tres argumentos importantes:

1. Una cosa es hablar de un “promedio de crecimiento cero” cuando el ingreso per cápita alcanza más de 5 000 dólares y otra, descabellada, cuando el ingreso per cápita es de 100 dólares o menos.
2. El genio humano no reside en designar al crecimiento económico como el enemigo, sino como instrumento de un sistema ambiental saludable. Los dos tienen que llegar a ser complementarios, no competidores. En efecto, sin un crecimiento rápido, ¿de dónde pueden salir los recursos necesarios para combatir la contaminación y crear las tecnologías ambientales necesarias?
3. Aunque tenemos razón en protestar contra la contaminación de la riqueza —más riqueza significa más efluentes—, no debemos olvidar que para mil millones de personas en el mundo las calamidades provienen de las contaminaciones de la pobreza, cuyos tristes símbolos se encuentran en las aldeas y en los

barrios de tugurios urbanos de la mayoría de los países en desarrollo.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo conocida también como “Cumbre de la Tierra”, tuvo lugar en Río de Janeiro en junio de 1992. Al término de la Cumbre, la Conferencia adoptó la Agenda 21—el primer plan de trabajo mundial para el desarrollo sostenible—, la Declaración de Río y un conjunto de medidas de regulación forestal. Los tratados multilaterales acerca de la biodiversidad y los cambios climáticos se firmaron por ciento cincuenta y tres países, respectivamente.

La humanidad se encuentra en un momento definitivo de su historia. Nos enfrentamos con la perpetuación de disparidades entre y dentro de las naciones, un empeoramiento de la pobreza, del hambre, de las enfermedades y del analfabetismo, así como con el continuo deterioro de los ecosistemas de los cuales dependemos para nuestra prosperidad y felicidad.

Sin embargo, debe lograrse una integración entre desarrollo y medio ambiente y su mayor atención traerá consigo la satisfacción de nuestras necesidades básicas; un mejoramiento en los niveles de vida para todos; ecosistemas mejor protegidos y manejados; y un futuro más seguro y próspero. Ninguna nación puede lograr esto por sí sola; mas, juntos podemos lograrlo en una alianza global para el desarrollo sostenible.

Estas fueron las palabras de apertura de la Agenda 21, la cual se diseñó para integrar los imperativos ambientales y de desarrollo del siglo XXI. La Agenda 21 fue firmada en la reunión global más importante sobre medio ambiente y desarrollo nunca antes realizada: la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil.

La Cumbre de la Tierra tuvo su origen veinte años antes de que se realizase en 1992, cuando en 1972 se efectuó en Estocolmo (Suecia) la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano. Aunque este fue un cónclave pequeño comparado con la Cumbre de la Tierra, la reunión de Estocolmo fue un punto de viraje importante, pues ayudó a poner los asuntos ambientales en la agenda mundial por primera vez y llevó a la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

A medida que el XX Aniversario de la Conferencia de Estocolmo se aproximaba crecía la presión del mundo para discutir esos asuntos de nuevo. Durante esas dos décadas mucho había cambiado. En 1972, los países que tenían ministros de medio ambiente se podían contar con los dedos de una mano. Ahora existen en casi todos los países. Muchos problemas ambientales, como la desertificación y la deforestación, se han convertido en más presionantes aún y ahora afectan severamente las vidas de millones de personas. Algunos —por ejemplo, la disminución de la capa de ozono y el calentamiento universal—, surgieron como asuntos de importancia global durante esas dos décadas. Al mismo tiempo, la habilidad del mundo de trabajar unidos en relación con importantes problemas ambientales se había demostrado en 1987 con el acuerdo de reducir el uso de productos químicos que contribuyeran a deprimir los niveles de ozono en la atmósfera. Además, había emergido un nuevo consenso acerca de que el medio ambiente y el desarrollo necesitaban ser integrados.

Para tener una idea del alcance de la Cumbre de la Tierra diremos que a ésta asistieron ciento dos líderes mundiales. La Conferencia hizo mucho para delinear el papel de la industria en alcanzar el desarrollo sosteni-

ble. A pesar de la falta de objetivos específicos relacionados con la industria, el plan de acción resultante, la Agenda 21, ha probado ser el comienzo de muchas nuevas iniciativas con la sostenibilidad como su objetivo inicial.

La Comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible fue fundada por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 1992, como parte del seguimiento de los arreglos institucionales recomendados por la Cumbre de Río. El papel principal de la Comisión es monitorear los progresos en la implementación de la Agenda 21; identificar obstáculos y dificultades en su implementación; y sugerir etapas que los gobiernos y sectores de la sociedad civil puedan diseñar para asegurar la realización de los objetivos de la Agenda 21.

Las situaciones que afrontan las diferentes sociedades en sus relaciones con la naturaleza son de muy diversa índole y todas pueden resumirse, como la necesidad de formular una estrategia para el desarrollo económico que concuerde con las posibilidades y realidades del medio natural en el cual se desenvuelve la actividad humana; estrategia armónica que, según demuestra la experiencia, es incapaz de poner en práctica la sociedad capitalista cuyos ideólogos lanzan a la circulación, de manera consecuente, todo género de teorías catastróficas.

Hoy Cuba, como ejemplo, enfoca este dilema con una perspectiva humanista, la cual resumió con gran precisión Fidel Castro en 1974 al expresar que si bien las necesidades materiales del ser humano pueden y deben tener un límite racional —ajustado a sus recursos naturales y técnicos, así como a la conservación elemental de su ambiente biológico— queda en cambio el campo ilimitado de su enriquecimiento espiritual y la calidad

de su vida, que nunca tuvo consideración alguna en el vértigo enloquecedor, egoísta, mercantil y enajenante de las sociedades capitalistas. (5)

El enfoque más optimista en cuanto a la relación medio ambiente-desarrollo vendría a estar dado, entonces, dentro de lo que hoy en día se conoce como “Desarrollo Sostenible”, el cual se define, según la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, (14) de la forma siguiente: el Desarrollo Sostenible es aquel que cumple con las necesidades de la generación actual sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Sin embargo, al analizar este concepto, quizás un tanto escueto, se evidencia que no se definen claramente cuáles son las necesidades de la generación actual —ya que en un mundo tan desigual, como el actual, las necesidades del ser humano no son las mismas en todas las latitudes del planeta— y cómo se van a garantizar estas necesidades. Además, y de acuerdo con las tasas de crecimiento demográfico actuales, tampoco se establecen cuáles van a ser las necesidades de las generaciones futuras. Téngase en cuenta que la población mundial en 1994 era de 5 700 millones de habitantes y la tasa de crecimiento actual es de 7 750 000 personas al mes —equivalentes a la población de Suiza— o 93 millones al año —equivalentes a la población de Nigeria—, según estimados de la ONU. (9)

Para dar una idea de cómo se ha comportado el ritmo de crecimiento desde el pasado siglo hasta la fecha, observemos las cifras siguientes: en 1804 la población mundial llegó a los primeros 1 000 millones de habitantes; en 1850 se llegó a 1 265 millones; en 1927, luego de ciento veintitrés años de alcanzarse los 1 000 millo-

nes, se llegó a los 2 000 millones de habitantes; sin embargo, en 1960, tras sólo treinta y tres años, se llegó a 3 000 millones de habitantes; en 1974, luego de catorce años, se llegó a 4 000 millones de habitantes; en 1987, sólo trece años después, la población alcanzó 5 000 millones; se estima que esta cifra avanzará de forma progresiva hasta que hacia el 2025, con una población en torno a los 8 500 millones de habitantes, se haga más lento este vertiginoso crecimiento.

La definición de Desarrollo Sostenible y sus principios no señalan el tipo de proceso económico que deberá tener la sociedad humana para lograr tal desarrollo. Es importante definir que no es lo mismo tener una sociedad en la que se busca continuamente el crecimiento económico a costa de la destrucción del medio ambiente, como sucede en la actualidad, a otra que promueva el desarrollo económico fomentando la protección y conservación del medio ambiente. (7) En el primer caso tenemos una sociedad mercantilista basada en el consumo; en el segundo caso, una sociedad humanista basada en la austeridad voluntaria. (11) En la primera sociedad un animal o una planta valen por los productos que de ellos se pueden obtener para venderlos; en la otra sociedad éstos tienen un valor implícito por lo que son tal como están, pues tienen el mismo derecho que los seres humanos de seguir existiendo.

De este modo, los cinco principios fundamentales en los que se basa el concepto de Desarrollo Sostenible son:

1. Tener capacidad para sostener generaciones futuras.
2. Promover la calidad del aire, agua y suelo.

3. Disponer de empleos en industrias viables que hagan un uso innovador y eficiente de la energía y los materiales.
4. Planear comunidades libres de desechos y congeniales con ciudadanos activos, con acceso a bosques y aguas limpias.
5. Reconocer que los sistemas ambientales, económicos y sociales están inseparablemente unidos.

Algunos autores proponen incluso variar la definición de Desarrollo Sostenible de la forma siguiente: el Desarrollo Sostenible es aquel que permite a cada ser humano satisfacer sus necesidades de modo que pueda vivir con dignidad —X kcal/día, independientemente de su ubicación geográfica en el planeta—. Como este desarrollo también debe ser accesible a las generaciones futuras, la población mundial necesita estabilizarse en Y miles de millones de individuos. (17)

El Desarrollo Sostenible ha adoptado visiones y contextos conceptuales dispares debido a que las formulaciones iniciales no se basaron en una elaboración conceptual integradora, sino que adaptaron criterios normativos que deberían ser cumplidos por las nuevas estrategias. (26)

Como resultado, el Desarrollo Sostenible necesita una reconceptualización interdisciplinaria para atender no sólo a un problema limitado de adecuaciones ecológicas, sino a una necesaria estrategia a largo plazo que debe tener una viabilidad económica, una factibilidad ecológica y una aceptación social. Esta reconceptualización exige en principio una redefinición de las relaciones sociedad humana-naturaleza para también poder activar en el futuro un cambio sustancial del propio proceso civilizatorio.

El problema de la nueva conceptualización radica en la necesidad de formular un modelo coherente para el Desarrollo Sostenible, el cual escapa a las especificidades de una y otra disciplina y, por tanto, no puede ser abordado sólo desde la economía o la ecología, pese a que cada una de estas áreas de conocimiento tenga una perspectiva particular del desarrollo.

Según Stigson, está empezando una nueva fase importante de la agenda medioambiental en la que se hace hincapié en aportar soluciones a los problemas de desechos y contaminación. (23) Las empresas pueden aportar soluciones claves a estos problemas, al desarrollar productos y procesos cada vez más eficaces que nos permitan adoptar un mejor equilibrio entre el desarrollo y las necesidades medioambientales. Pero, esta fase de aporte de soluciones exige también cambiar los papeles que desempeñan otros actores, como los gobiernos y las organizaciones no gubernamentales. Por encima de todo existe la necesidad de realizar un profundo debate sobre los términos de compensación entre el desarrollo de la economía, el equilibrio ecológico y los progresos sociales con el fin de lograr un desarrollo sostenible y asegurarnos de que nos centramos en soluciones que funcionan.

La Cumbre de la Tierra de 1992 marcó el comienzo de la transición de la fase de creación de la conciencia a la nueva fase de dar soluciones. Esta Conferencia cumplió dos objetivos principales:

1. Desarrolló y tuvo como acuerdo un programa de acción, la Agenda 21, para alcanzar el Desarrollo Sostenible.
2. Creó una coalición de gobiernos nacionales, organizaciones internacionales, organizaciones no guber-

naméntales y negocios para mover el programa hacia delante de manera global.

El Desarrollo Sostenible es exactamente eso: balancear el desarrollo y las prioridades ambientales, no poner una delante de la otra. Aun hay una tendencia a enfatizar la palabra *sostenible*, mientras que se menciona *desarrollo* en voz baja. Esto es un error y una injusticia con miles de millones de personas en el mundo.

La creación de bienes permanece como esencial. El informe *Human Development Report* del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se refiere a "progreso sin precedentes" en los pasados treinta años, pero también confirma que aún subsiste una "miseria inenarrable" en muchas partes del mundo. Cuando 1,3 billones de personas, una tercera parte de la población del planeta, vive por debajo de la línea de pobreza, aproximadamente 800 millones de personas no consiguen suficientes alimentos y 500 millones están crónicamente mal alimentados, el caso del progreso material continuado mediante el desarrollo económico está sin respuesta.

¿Cómo lograr la formación de individuos con conciencia ambiental?

Según aparece en la literatura, en los últimos años se ha incrementado con gran fuerza en las poblaciones la conciencia de seguridad en el término holístico. Esto se debe posiblemente:

1. Al reconocimiento de que se pueda destruir de modo gradual el medio ambiente por los hechos cotidianos de:
 - a) contaminación del aire, agua y suelo;

- b) bosques enfermos, muertos;
- c) problema de la capa de ozono;
- d) efecto invernadero; y
- e) consumo de materiales naturales no renovables.

2. Al nivel de concientización alcanzado gracias a los grandes accidentes:
 - a) 1976, Seveso —contaminación de dioxina—;
 - b) 1984, México —fuego y explosión en tanques de almacenamiento de gas—;
 - c) 1984, Bophal —escape de gases tóxicos—;
 - d) 1986, Chernobil —contaminación radioactiva—;
 - e) 1986, Schweizerhalle —contaminación del aire, agua y suelo—; y
 - f) 1989, Exxon Valdés —contaminación de aguas y zona de costas de Alaska—.
3. Al peso de la ley cada vez mayor:
 - a) responsabilidad por daños al medio ambiente y por daños causados con productos o servicios; y
 - b) leyes y reglamentos que aumenten la seguridad en todos las cuestiones.

Independientemente de los esfuerzos nacionales o internacionales, debemos sopesar las consecuencias de nuestros actos cotidianos. Al echar a la basura una pila eléctrica que contiene mercurio u óxido de plata contaminamos un metro cúbico de tierra o 500 L de agua. Verter aceite de motor directamente al suelo equivale a contaminar 5 000 m³ de agua. Con cada presión que ejercemos sobre un *spray* a base de CFC contribuimos a la destrucción del ozono atmosférico. O sea, debe surgir una conciencia ambientalista en cada individuo, lo cual coadyuvará al logro de todos los esfuerzos internacionales en favor del medio ambiente, pues es el hombre, en definitiva, el ejecutor de cada uno de los

acuerdos tomados, ya sea en el contexto internacional, nacional o local.

Una vez llegada a la conclusión de que los recursos naturales no son infinitos y de que no pueden posponerse las cuestiones relativas a la preservación del medio ambiente tiene que crearse una cultura para su conservación, la cual debe comenzar por el hogar y seguirse en los diferentes niveles de instrucción formal en las escuelas. El papel de las instituciones educacionales es muy importante dentro del proceso de consecución de esa cultura. (20)

En la actualidad se puede afirmar que en la mayoría de los lugares el individuo promedio no posee la cultura de conservación del medio ambiente, por ejemplo, no deposita la basura en el lugar apropiado para ello. La población más limpia no es aquella que cuenta con el mejor servicio de limpieza, sino la que ensucia menos el medio ambiente. Si se logra hacer entender esto la "limpieza" de los procesos productivos —industriales o no— será una consecuencia natural y no obligada, como sucede en estos momentos. Muchos autores concuerdan en que la adquisición de esta cultura debe iniciarse en casa y continuarse en los diferentes niveles de educación.

En muchos países se hacen esfuerzos por lograr la creación de esta cultura o conciencia ambiental desde las edades más tempranas. Por ejemplo, la Universidad Nacional de Costa Rica concibe que la educación es el pilar fundamental que posibilita la construcción de una conciencia ciudadana en la que prevalezca la solidaridad, la responsabilidad y el amor, como base de un estilo de vida para el presente y que garantice un porvenir promisorio a las futuras generaciones. En este contexto la educación ambiental procura sensibilizar a los pue-

blos y, a su vez, su comprensión de los fenómenos naturales, lo cual conduce a la generación de compromisos para ejecutar acciones de protección y uso racional de los recursos. (16)

Asimismo, A. J. Benavides y sus colaboradores consideran que uno de los retos que enfrenta la educación ambiental en nuestros días es lograr la concientización y participación de la comunidad en la solución de los problemas ambientales que la aquejan. Con este objetivo ellos desarrollaron una campaña denominada "UN DÍA MUY ESPECIAL" con niños de diferentes escuelas primarias. De esta forma se desplegó un plan educativo para el manejo de desechos, investigaciones de campo, diseño y ejecución de una campaña de limpieza. (2) Una de las actividades primordiales en esta campaña fue dedicar un día a explicarle a la comunidad su intención de mejorar las condiciones ambientales de la ciudad en cuanto al manejo de los desechos sólidos.

B. Edwards considera que en la solución de la crisis ambiental la educación tendrá que desempeñar un papel fundamental. (10) La educación, al relacionarse con los problemas ambientales, tendrá un objetivo muy específico, definido por el carácter de la crisis. La educación ambiental, si va a ser efectiva, tiene que dejar claro el vínculo existente entre los procesos naturales y sociales. En términos generales, se puede decir que los procesos sociales de sobreuso o mal uso de los elementos naturales han causado el deterioro ambiental; del mismo modo que han existido medidas de protección inadecuadas y esfuerzos insuficientes para regenerar los elementos consumidos. Por último, la guerra, la destrucción concentrada y deliberada del ambiente natural y construido ha desempeñado también su papel.

Los educadores ambientales tienen que estar preparados para identificar y cuestionar las estructuras sociales que provocan la destrucción ambiental. Esta destrucción tiene un rango de manifestaciones que son bien conocidas, incluidas erosión y contaminación de los suelos; desertificación; contaminación del aire y del agua; deforestación; pérdida de la biodiversidad vegetal y animal; y disminución de los recursos energéticos. Estos problemas son directamente atribuibles a una serie de acciones específicas llevadas a cabo por individuos, intereses económicos, así como gobiernos locales y nacionales. Mas, al nivel de las relaciones sociales determinantes, los problemas ambientales son la mayoría de las veces consecuencia de la injusticia, la desigualdad, la exclusión y el poder centralizado. Es decir, los desbalances en los procesos naturales que amenazan la calidad de la vida humana tienen sus raíces en los desbalances o las desigualdades en los procesos sociales.

En la escuela el niño aprende que existen ciertas leyes de la naturaleza que tienen que comprenderse si van a utilizarse con efectividad para dominar la naturaleza. También se le enseña al estudiante leyes sociales y expectativas culturales que preparan mejor a los humanos a dominar su medio ambiente, a aplicar las leyes de la naturaleza con el propósito de hacer avanzar los intereses humanos. En la escuela aprendemos que el vínculo entre los procesos sociales y naturales es el trabajo, pues mediante éste es que nos apropiamos de los elementos naturales del mundo y los utilizamos para nuestros fines socialmente creados.

Pero, el niño no es un receptor pasivo; la mente que recibe el mensaje refleja la comunidad que el niño conoce, su familia y su vecindad. El niño refleja el medio cultural

y social donde vive, a menudo bastante diferente del representado en el *curriculum*.

El contenido de un *curriculum* es una expresión del balance de las fuerzas sociales; contiene las ideas y creencias que son necesarias para el mantenimiento de ese balance. Mas, un *curriculum* ambientalista que busca revelar la relación entre desequilibrio social y ecológico tendería a provocar un disturbio de ese balance, trayendo cuestionamientos fundamentales acerca de las consecuencias de los derechos de propiedad no restringidos, lo destructivo de los extremos de pobreza y riqueza; y la legitimidad ética del uso del poder público con fines privados. No es sorprendente, entonces, encontrar que mucho después de que se conocen los hechos básicos del deterioro del medio ambiente y sus causas aún sean escasos en América Latina los programas educacionales que consideren estos asuntos. (10)

Una revisión de los programas de educación ambiental en América Latina y el Caribe reveló ciertos patrones significativos al respecto. Los documentos aportados por la Asociación de Conservación del Caribe y los ministerios de Educación de trece países latinoamericanos —Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Uruguay y Venezuela— mostraron que en casi la totalidad de los países analizados los esfuerzos en el campo de la educación ambiental habían sido realizados esporádicamente por individuos o agencias específicos y no como parte de un *curriculum* integrado e institucionalizado. (12)

Este reporte encontró también que el mayor obstáculo confrontado por los defensores de la educación ambiental había sido la falta de comprensión acerca de los

problemas ambientales y del papel que la educación podía desempeñar en aportar soluciones a ellos.

El análisis de los sistemas educacionales en América Latina y el Caribe demostró que el tópico de la educación ambiental es particularmente difícil de incorporar en un *curriculum*, pues está asociado de manera directa con el poder político nacional y el conflicto de intereses respecto a la localización de los bienes y recursos nacionales. Para evitar la confrontación los políticos y los educadores pueden simplemente eludir el asunto en sus manifestaciones visibles locales y referirse a cuestiones ambientales más abstractas y distantes, si es que llegan a tocar estos asuntos. La educación ambiental se convierte entonces en una víctima de la negligencia benigna, haciéndola inefectiva, no sistemática y sin aplicación. "Si no existe una política general con respecto al desarrollo sostenible y al medio ambiente, no habrá política con respecto a la educación ambiental, excepto en un sentido individual e idiosincrásico". (12, 2).

Por su naturaleza, entonces, la educación ambiental presenta la posibilidad de una transformación fundamental de la sociedad. Este es un proceso que provee al individuo con los elementos necesarios para entender las relaciones existentes entre una sociedad, su economía, su ideología y sus estructuras de poder dominante en el contexto del medio ambiente natural. Por lo tanto, los programas educacionales deben considerar el medio ambiente como un todo, enfatizando los asuntos integrados, de participación y aplicados de la educación en su relación con las cuestiones complejas, interrelacionadas, prácticas y cambiantes de la ecología. El objetivo preliminar de la educación ambiental, en este sentido, sería contribuir a la comprensión de la existencia y la importancia de la interdependencia entre las dimensio-

nes económica, política, ecológica y social de la sociedad. El resultado final de este tipo de programa educacional sería establecer nuevos patrones de comportamiento en individuos, grupos sociales y en la sociedad, como un todo respecto al medio ambiente natural. Estos nuevos patrones serían desarrollados mediante un proceso de aprendizaje que incluirían comprensión, conocimiento, conducta y participación.

Para establecer un programa educacional de este alcance será necesario reconocer la seriedad del deterioro del medio ambiente y explorar los tópicos particulares por medio de un examen de sus causas a diferentes niveles de análisis. Por ejemplo, la aplicación por campesinos de herbicidas contaminantes a ciertas cosechas en un área específica puede ser directamente observado y explicado, en primera instancia, por falta de conocimientos o falta de incentivos a hacer algo en condiciones diferentes. En segundo lugar, puede verse como una consecuencia de falta de alternativas prácticas.

Al nivel de gobiernos locales y nacionales, el permitir que la contaminación con herbicidas tóxicos continúe muestra falta de decisión política y aversión a destinar recursos financieros a estos asuntos. Al nivel social, el problema es el resultado de la desigualdad económica, falta de visión y formas excluyentes de hacer la política. Para aproximarse a un asunto de esta forma el *curriculum* tiene que ser adaptado al nivel educacional del estudiante; tiene que ser actual, flexible, enfocado localmente, orientado al problema y dirigido hacia la comunidad. Las consideraciones específicas deben unir los procesos ecológicos y socioeconómicos de esta forma, en lugar de analizar sólo los compuestos químicos de un herbicida particular y sus efectos potencialmente tóxicos en las especies vegetales y animales. La educación

ambiental no debiera simplemente consistir en una acumulación de hechos, sino más bien en una nueva conciencia, en una comprensión de la interdependencia de los sistemas, una sensibilización en cuanto a la fragilidad de la Tierra y la necesidad de establecer un vínculo entre todos los seres humanos y el mundo natural. (10)

Una aproximación de este tipo es consistente con lo que se prescribe en la Agenda 21: "Una prioridad principal es reorientar la educación hacia el Desarrollo Sostenible, mejorando la capacidad de cada país de aproximar el medio ambiente y el desarrollo en sus programas ambientales, particularmente en el aprendizaje básico. Esto es indispensable para permitir a las personas adaptarse a un mundo cambiante y para desarrollar una conciencia ética consistente con el uso sostenible de los recursos naturales. La educación debiera, en todas las disciplinas, de encarar las dinámicas de desarrollo de los ambientes físico/biológicos y socio-económicos y humano, incluyendo el desarrollo espiritual". (25, 93)

Conclusión

El trabajo aquí presentado da una breve idea de los graves problemas que afronta la humanidad, los cuales se pueden resumir con las siguientes palabras que aparecen en el mensaje de nuestro comandante Fidel Castro a la Cumbre de Río en 1992: "Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre". (6, 2)

El propio hombre ha provocado que la Tierra se encuentre inmersa en la crisis ambiental más grande de la historia de la Humanidad, por lo que hoy en día los seres humanos están tratando de solucionar los problemas ambientales que emergen de los cambios ambientales. Este proceso está ocurriendo y es en sí un proceso político. Es por ello que, como dijimos con anterioridad, las naciones tienen que unirse igual que el aire y el agua sin tener en cuenta fronteras para combatir exitosamente los problemas ambientales, por una causa común. En definitiva, lo que está en juego es la supervivencia del planeta.

Pese a las teorías "catastróficas" que han aparecido en muchos círculos capitalistas, el concepto Desarrollo Sostenible emerge como la perspectiva más importante para lograr establecer una relación armónica entre desarrollo y medio ambiente, de modo que no se empeoren las condiciones ambientales y, a la vez, se logre dar solución paulatina a los problemas ya existentes. Sin duda alguna, lo primordial de las tareas a resolver es elaborar un plan general, científicamente fundamentado, de utilización y transformación consecuente de la naturaleza, cuyo principal objetivo sea la optimización de las condiciones de vida y la actividad económica de la sociedad.

Para poder enfrentar estas grandes tareas se debe lograr la formación de hombres con la tan necesaria conciencia de la responsabilidad individual en el cuidado y preservación del entorno; para esto es indispensable la aplicación de la Educación Ambiental en todos los niveles, cuyo reto en nuestros días es lograr la concientización y participación de la comunidad en la resolución de los problemas ambientales que la aquejan.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anónimo: "Las lluvias ácidas: una contaminación transnacional", en *El Correo*, UNESCO, París, enero de 1985, pp. 21-24.
2. BENAVIDES, A., J. COTO y M. MURILLO: *Un día muy especial*, Proceedings Second Interamerican Environmental Congress, Monterrey, 1995, pp. 295-296.
3. BEQUETTE, E.: "La contaminación no tiene fronteras", en *El Correo*, UNESCO, París, marzo de 1989, p. 24.
4. BOYDEN, S. y M. HADLEY: "La mano del hombre", en *El Correo*, UNESCO, París, julio de 1986, pp. 35-37.
5. CASTRO, F.: Discurso en el acto de masas en la Plaza de la Revolución, 29 de enero de 1974, con motivo de la visita a Cuba de L.I. Brezhnev, secretario general del PCUS, en *Estrecha y eterna amistad*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1974.
6. ———: *Mensaje de Fidel Castro Ruz*, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo, La Habana, 1992 (documento).
7. DALY, H.: *Economía, ecología y ética*, Fondo de Cultura Económica, Ciudad México, 1989.
8. DANON, E. y J. FULLER: *Politics of the Environment*, Proceedings Second Interamerican Environmental Congress, Monterrey, 1995, pp. 317-323.
9. DEDERICHS, M.: "El quinto jinete del Apocalipsis", en *Muy Interesante*, no. 159, G. y J. España Ediciones, Madrid, 1994, p. 46.
10. EDWARDS, B.: *Linking the Social and Natural Worlds: Environmental Education in the Hemisphere*, Proceedings of the First Interamerican Conference on Environmental Issues, San Salvador, 1994, pp. 1-20.
11. ELGIN, D.: *Voluntary Simplicity*, Touchstone, Nueva York, 1989.
12. ENCALADA, M.: *La educación ambiental en el Continente. Rutas para una revolución espiritual*, MIMO, Cuenca, 1991.
13. GÓMEZ, G.: "Análisis de riesgos: una herramienta poderosa para optimizar los esfuerzos en la gestión del medio ambiente", en *Industry and Environment*, vol. 18, nos. 2-3, UNEP, París, 1995, p. 48.
14. Instituto Nacional de Ecología (INE): "Desarrollo sustentable", en *Boletín*, no. 9, SEDESOL, Ciudad México, 1993.
15. LEOPOLDO, P.: "Deforestation in the Amazon Region", en *Interciencia*, USAID, Washington, noviembre-diciembre de 1989, p. 283.
16. MURILLO, M., J. COBO y A. BENAVIDES: *Educación ambiental como vínculo entre niños y abuelos*, Proceedings Second Interamerican Environmental Congress, Monterrey, 1995, pp. 293-294.
17. OROPEZA, R.: *¿Es posible el desarrollo sostenible?*, Proceedings Second Interamerican Environmental Congress, Monterrey, 1995, pp. 281-283.
18. POSTEL, S. y L. HEISE: "La amenaza de la deforestación", en *El Correo*, UNESCO, París, 1989, pp. 13-17.
19. SÁENZ, T. y E. CAPOTE: *Ciencia y tecnología en Cuba. Antecedentes y desarrollo*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1989.
20. SANSON, A.: *Creación de una cultura de conservación del medio ambiente*, Proceedings Second Interamerican Environmental Congress, Monterrey, 1995, pp. 295-296.
21. SCHMIDT-BLEEK, F.: "Increasing Resources Productivity on the Way to Sustainability", en *Industry and*

- Environment*, vol. 18, no. 4, UNEP, París, 1995, p. 8.
22. SHASTRI, S.: *Pollution and the Environmental Law*, Printwell Publishers, Jaipur, 1990.
 23. STIGSON, B.: "De la creación de la conciencia a soluciones", en *Industry and Environment*, vol. 18, no. 4, UNEP, París, 1995, p. 31.
 24. TATA, J.: "Un concepto sobre la ecología y el crecimiento económico", en *PNUMA Industria y Medio Ambiente*, número especial, PNUMA, París, 1982, pp. 61-65.
 25. UNCED: *The Global Partnership for Environment and Development: A Guide to Agenda 21*, Ginebra, 1992.
 26. ZEROMSKI, A.: *About the Paradigm of Sustainable Development*, Proceedings Second Interamerican Environmental Congress, Monterrey, 1995, pp. 287-289.

SISTEMA DE FORMACIÓN ACADÉMICA EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

María Elena Cardoso Rodríguez, Enrique Sánchez Hernández, Héctor López Salinas, Juan R. Fagundo Castillo, Carlos J. Delgado Díaz y María del Carmen Espinosa Lloréns

Centro Nacional de Investigaciones Científicas

La formación de especialistas de diferentes niveles con una visión globalizadora del medio ambiente es una tarea de primer orden en nuestro país. En este sentido, el CNIC —fundado en Cuba hace treinta y dos años—, su División de Estudios sobre Contaminación Ambiental (DECA) y el Departamento de Actividades Científicas y Docentes de esta propia institución se preocupan por llenar el vacío existente en la Educación Superior donde, dadas las circunstancias actuales, no es factible la formación de pregrado en este campo, lo que ayudaría, indiscutiblemente, a enriquecer el Sistema de Educación Ambiental en proceso de implantación en nuestro país.

Los motivos que ha continuación se exponen justifican nuestro empeño de ofertar una formación que tiende a ser completa en el nivel de posgrado, así como complementar conocimientos necesarios a técnicos medios, personal de apoyo a la investigación, investigadores científicos, jefes de proyectos, jefes de laboratorio y dirigentes:

- La voluntad oficial y el compromiso internacional de ir hacia una estrategia de protección del medio ambiente a nivel mundial a partir de la Cumbre de Río.
- La existencia de proyectos de financiamiento nacionales e internacionales para el saneamiento y recupe-

ración de cuencas hidrográficas importantes, como la recuperación de la Bahía de La Habana, del parque metropolitano y la cuenca del río Cauto.

- La existencia de un proyecto de ley relativo a la protección del medio ambiente aprobado recientemente por la Asamblea Nacional del Poder Popular.
- La creación en 1995 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y, como parte de él, la Agencia del Medio Ambiente y el Centro de Educación Ambiental.
- La creación de empresas extranjeras, mixtas y nacionales que requieren de estudios de evaluación del impacto ambiental, así como métodos para la recuperación del medio, lo cual exige que muchos profesionales tengan que elevar su nivel de conocimientos relacionados con el medio ambiente.
- La intención del país de ir hacia una recuperación en la obtención del grado de Doctor en Ciencias de sus profesionales con el fin de elevar el prestigio académico, el nivel de la docencia y las investigaciones de las instituciones universitarias y científicas, política que se refleja también en las ciencias del medio ambiente.

A tales efectos, a partir del curso 1997-1998, en el CNIC se comienzan a impartir los programas de estudios que a continuación se detallan.

Sobre la base de las técnicas de la formación en la empresa y la experiencia en la actividad docente en un centro de investigación científica, se ha diseñado un sistema educativo específico en la especialidad de Medio Ambiente que incluye programas orientados a la superación de técnicos medios, investigadores científicos y dirigentes.

El estudio de las diferentes metodologías acerca del diseño curricular, el proyecto de teoría de la Educación Avanzada y su tecnología educativa sobre los sistemas de superación, la experiencia acumulada impartiendo cursos y entrenamientos en nuestra institución, así como la tutoría de tesis doctorales, atención a pregrado y posgrado desde la creación del CNIC, nos ha permitido lograr el diseño de programas de estudio sobre Educación Ambiental orientados a dos niveles: la superación profesional y la formación académica.

Como parte del sistema de formación se ha concebido el programa orientado a la capacitación de técnicos medios y personal de apoyo en forma de curso, el cual se titula "Bioseguridad y Medio Ambiente", con el objetivo de brindar conocimientos necesarios acerca del riesgo en los laboratorios, la bioseguridad, la epidemiología de los accidentes y las cuestiones legales; todo ello en un tiempo óptimo de veinte horas lectivas.

El plan de capacitación orientado a dirigentes incluye a los miembros del consejo de dirección general y jefes de departamentos. Se desarrolla mediante conferencias en las que se enfatizan cuestiones de la política nacional e internacional de Cuba en relación con el medio ambiente; su desarrollo; la política actual y futura de formación medio ambiental; investigación y medio ambiente; bioseguridad; e investigación e impacto ambiental.

Se diseñó un curso titulado "La Investigación Científica y el Problema del Medio Ambiente" orientado a investigadores, jefes de proyectos y de laboratorios. En éste se incorporaron cuestiones, como: investigaciones y bioseguridad; ecoseguridad; ecosofía y bioseguridad; investigación e impacto ambiental y las normas ISO 14000; y asuntos tratados en los cursos para técnicos medios y dirigentes.

Este programa de estudios se adiciona como parte de la formación posgraduada que debe recibir el recién graduado al vincularse con el CNIC, unido a asignaturas de formación básica y especializada que, según las cursadas en el pregrado, debe aprobar en esta etapa y que serán regidas por el Plan Individual de Superación Profesional, como célula fundamental del proceso educativo, el cual se diseña de acuerdo con el Consejo Científico de su área, el tutor, el Departamento Docente y el propio investigador. Esta formación se integra como sistema y responde a un diseño curricular específico creado y aplicado en esta institución científica desde 1992 y que ha traído avances positivos en la producción científica de los recién graduados, lo cual les ha permitido modificar su título universitario por otro de mayor nivel académico en un tiempo relativamente corto.

Dentro de las formas del posgrado académico se diseñó la maestría en Ciencias del Agua y un proyecto de doctorado por créditos en Ciencias de la Ingeniería del Medio Ambiente, los que se muestran a continuación.

Maestría en Ciencias del Agua

La maestría en Ciencias del Agua —dos años de duración— se diseñó para los jóvenes investigadores que se inician en las diferentes especialidades del Medio Ambiente, como una forma que aún resulta muy novedosa en el posgrado cubano.

Requisitos de ingreso:

- Ser ingeniero, licenciado en ciencias, médico o graduado de otras carreras afines con las Ciencias del Agua.

- Aprobar cursos básicos, propedeúticos o exámenes de suficiencia.
- Presentar el *curriculum vitae* avalado por su institución.

Los setenta y cinco créditos de que consta la maestría están repartidos de la forma siguiente:

- Cursos básicos o propedeúticos:
 - Estadística y diseño de experimento.
 - Inglés.
 - Computación.
 - Organización de las ciencias.
 - Redacción de escritos científicos en inglés y español.
- Asignaturas obligatorias:
 - Hidrobiología.
 - Química del agua.
 - Tecnología para tratamiento del agua y aguas residuales.
 - Hidrología e hidrogeología.
- Asignaturas optativas:
 - Mención hidroquímica: química de las aguas naturales, analítica de aguas y aguas residuales.
 - Mención hidrobiología: hidroecología y tecnología del cultivo de microalgas.
 - Mención tratamiento del agua: química del ozono y tratamiento físico-químico.
 - Mención aguas residuales: tratamiento físico-químico y tratamiento anaerobio de aguas residuales.
- Tesis: Trabajo experimental individual bajo la dirección de un investigador guía que desarrolle una investigación original en el campo de las Ciencias del Agua.

Propuesta de doctorado por créditos de Ciencias de la Ingeniería del Medio Ambiente

En mayo de 1996, la Comisión de Grados Científicos del CNIC, como parte de su agenda de trabajo, discutió, estudió y analizó un proyecto de normas para los doctorados por créditos en Cuba proveniente de la Comisión Nacional de Grados Científicos (ver Cuadro 1). En éste se plantean los criterios rectores siguientes:

- El doctorado por créditos se establece como una vía alternativa actual para alcanzar el grado de Doctor en Ciencias específicas.
- La creación de esta vía alternativa se establece por dos razones fundamentales: permite mejorar la comunicación entre países de Iberoamérica donde predomina esta forma de obtención del grado científico y resulta más adecuada para los jóvenes graduados que inician su aspirantura al mencionado grado científico.
- Para realizar un doctorado en Cuba es necesario aprobar o poseer los requisitos siguientes: examen de ingreso, asignaturas básicas, idioma extranjero, ciencias sociales, examen de especialidad, publicaciones, predenferencia de la tesis doctoral y defensa de la propia tesis.

En relación con el tema se consultó bibliografía afin y se encontraron programas sobre maestrías y doctorados en Ciencias del Agua de la Universidad Autónoma de México, de la Facultad de Ingeniería y el Centro Interamericano de Recursos del Agua —creado en 1993, como una dependencia académica de esta facultad cuyo objetivo principal es preservar la calidad y mejorar la distribución del agua en el estado de México y en América Latina—, de la Universidad DELFT de Holanda y de la Universidad del Valle de Colombia.

CUADRO 1

PROPUESTA DE LA COMISIÓN NACIONAL DE GRADOS CIENTÍFICOS QUE NORMA EL DISEÑO DE DOCTORADOS POR CRÉDITOS

<i>Actividad</i>	<i>% de créditos en relación con el doctorado</i>	<i>% relativos al % del doctorado</i>
Examen de ingreso	0	
Asignaturas básicas		10
Idioma extranjero		10
Ciencias Sociales	30	10
Examen de especialidad		70
Trabajo experimental	70	70
Producción científica adicional		30
Predefensa	0	
Defensa	0	

Los objetivos generales de este programa coinciden con los propuestos por la DECA del CNIC, por lo cual profundizamos en el estudio de la estructura y diseño de este programa.

El alto nivel alcanzado en Cuba en lo relativo a la Educación Superior y al posgrado, como cuarto nivel de educación; los estudios realizados sobre diseño curricular; la intención de la Educación Avanzada de formar un hombre más capaz, más pleno y más humano en este nivel educacional; y, específicamente, la profundización lograda en la formación de investigadores científicos en una institución científica cubana —donde la DECA ha alcanzado un elevado desarrollo científico-técnico—, crean las condiciones para proponer un doctorado por créditos (escolarizado) sobre la base de la política educativa del país y con un nivel académico acorde con las demandas internacionales que tendría la estructura que se muestra en el Cuadro 2.

PROPUESTA DE DOCTORADO POR CRÉDITOS DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA DEL MEDIO AMBIENTE (CNIC)

Actividad	% de créditos en relación		% relativos al % del doctorado*
	con el doctorado		
Examen de ingreso	0		
Cursos básicos	30		
Idioma extranjero			
Ciencias Sociales			
Examen de especialidad		50	60 % asignatura maestría 40 % asignatura doctorado
Tesis	70	40	25 % obligatorias 75 % optativas según mención de la maestría
Producción científica adicional		10	
Predefensa	0		
Defensa	0		

*Si consideramos el 70 % de los créditos del doctorado como el 100 %, el 50 % correspondería al examen de mínimo de la especialidad de la tesis, el 40 % a la tesis en sí y el 10 % a la producción científica adicional. Este 50 % de examen de mínimo considerado como 100 % se distribuiría en 60 % de créditos correspondientes a las asignaturas de la maestría y 40 % a las asignaturas propias del doctorado, el que a su vez, efectuando el mismo procedimiento anterior, se distribuye en 25 % de crédito para asignaturas obligatorias del doctorado y 75 % para asignaturas optativas, según mención de la maestría.

De acuerdo con el Comité Académico de la maestría de Ciencias del Agua propuesta por el CNIC, restaría establecer otras cuestiones importantes en la estructuración de este novedoso doctorado, como: la cantidad exacta de créditos a otorgar a las asignaturas de carácter obligatorio y optativas basados en las disciplinas propuestas como parte del diseño curricular de este doctorado, a estos fines se solicitará colaboración de profesores de otras universidades del país y del extranjero, así como también se establecerán requisitos de ingreso, criterios de selección del personal que aspira al doctorado y otros asuntos de interés.

Conclusión

- Se conformó un sistema educativo completo en la especialidad de Medio Ambiente que responde a los intereses de una institución científica cubana con el objetivo de complementar los estudios que en esta especialidad/no se alcanzaron en el nivel precedente.
- Como parte de la superación profesional y de la capacitación se logró el diseño de los programas para técnicos medios y dirigentes.
- La formación académica está representada por el diseño de la maestría de Ciencias del Agua y la propuesta de un doctorado por créditos de Ciencias de la Ingeniería del Medio Ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ, B.: "El aprendizaje de las naciones", *Revista Iberoamericana*, no. 8, Editorial OEI, Madrid, 1995, pp. 137-167.
2. ÁLVAREZ DE ZAYAS, C. M., MERCEDES BRUZÓN CASTEL y G. LABARRESE REYES: *Diseño curricular en la Educación Superior*, Evento Internacional Pedagogía 90, Ministerio de Educación, La Habana, 1990.
3. ÁLVAREZ DE ZAYAS y RITA MARINA: *Metodología de la carrera (maestría)*, 1995 (inédito).
4. AÑORGA MORALES, JULIA: *La educación avanzada. Una teoría para el mejoramiento profesional y humano*, XII Seminario Científico del Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Ministerio de Educación Superior, La Habana, 1995 (conferencia magistral).
5. AÑORGA MORALES, JULIA y GRISEL GONZÁLEZ DE LA TORRE: *Tecnología educativa para los sistemas de superación*, 1995 (inédito).
6. BERTALANFFY, I.: *Teoría general de los sistemas*, Editorial México, Ciudad México, 1974.
7. CARDOSO RODRÍGUEZ, MARÍA ELENA: *Sistema de superación profesional para jóvenes investigadores de la reserva científica del CNIC*, XII Seminario Científico del Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Ministerio de Educación Superior, La Habana, 1995.
8. GONZÁLEZ PACHECO, OTMARA: *El curriculum en el marco del planeamiento y la administración institucional*, Centro de Estudio y Perfeccionamiento de la Educación Superior, La Habana, 1994 (inédito).
9. HERNÁNDEZ HERRERA, GLADYS: *Aproximación a la formación de investigadores en Cuba. Antecedentes y desarrollo actual*, II Junta Consultiva sobre Posgrado en Iberoamérica, Ministerio de Educación Superior, La Habana, 1994.
10. HERNÁNDEZ, P.: *Diseñar y enseñar*, Editorial Narcea S. A., Madrid, 1989.
11. MORALES, V.: "Sobre la relación entre la estructura de la ciencia y la estructura académica en América Latina", en *Interciencia*, vol. 17, no. 1, USAID, Washignton, enero-febrero de 1992.
12. REPAPORT, A.: "Teoría general de los sistemas", en revista *Pensamiento Crítico*, no. 17, La Habana, 1970.
13. SACRISTÁN, J.: Prólogo del libro de Lawrence Stenhouse: *Investigación y desarrollo del curriculum*, Ediciones Morata S. A., Madrid, 1991, pp. 7-24.
14. SAINZ, T. y E. GARCÍA: *Ciencia y tecnología en Cuba*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1989.
15. STENHOUSE, LAWRENCE: *Investigación y desarrollo del curriculum*, tercera edición, Ediciones Morata S. A., Madrid, 1994.

UNA BIOÉTICA SUSTENTABLE PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE

José Ramón Acosta Sariego

Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana

He aquí una cuestión vital para la prosperidad de nuestras tierras, y el mantenimiento de nuestra riqueza agrícola. Muchos no se fijan en ella, porque no ven el daño inmediato. Pero quien piensa para el público, tiene el deber de ver el futuro y de señalar los peligros. Mejor es evitar la enfermedad que curarla. La medicina verdadera es la que precave.

La cuestión vital de que hablábamos es esta: la conservación de los bosques, donde existen; el mejoramiento de ellos, donde existen mal; su creación, donde no existen.

JOSÉ MARTÍ, 1883

No es de extrañar que el político humanista y uno de los más importantes periodistas científicos del siglo XIX, nuestro José Martí, prestara atención y sacara tales conclusiones de un Congreso Forestal Americano que reunió a lo que hoy pudiera llamarse "pioneros de los movimientos ambientalistas".

Los antecedentes de estas preocupaciones humanas por la cuestión ambiental se remontan a épocas muy anteriores a ésta cuando se celebró el Congreso de Minnesota; sin embargo, la formación de una verdadera conciencia global en este sentido es producto de las corrientes de pensamiento y los movimientos sociales y políticos ocurridos en las décadas de los 60 y de los 70 del presente siglo.

Hasta ese momento predominaba un cierto optimismo tecnológico y la confianza en que los arrolladores avances de la revolución científico-técnica resolverían los problemas del bienestar humano, incluso algunos pensaban que terminarían de una vez con la lucha de clases.

Los medios de difusión científica y masiva contribuyeron a crear un paradigma basado en el modelo desarrollista de las sociedades industriales occidentales, haciendo coincidir la noción de desarrollo con la de crecimiento económico.

Resulta ingenuo achacar al antropocentrismo característico de la cultura occidental la indolencia y hasta la vesanía en esta empecinada y progresiva destrucción de la naturaleza. (6) No es precisamente la tradición judeocristiana la verdadera responsable, sino, y digámoslo sin ambages, el propio modelo económico capitalista de mercado el que hace obviar los peligros del desastre ambiental en aras de la maximización de las ganancias.

La contracorriente ecocentrista, como posición extrema al fin, ha resbalado por una pendiente reduccionista al identificar al hombre como un vertebrado más, desconociendo su esencia social y objetiva, diferenciación del reino biótico y abiótico, subordinándolo al orden natural. Por esta razón, hablar en términos de "desastre ecológico", "ética ecológica", "conducta ecológicamente responsable", etcétera, es necesariamente una simplificación del problema, porque más allá de la destrucción de los ecosistemas la depredación del medio ambiente ha causado la degradación cultural e incluso la desaparición de etnias, grupos sociales y comunidades enteras de manera tan irreversible como la propia desaparición de especies de plantas y animales.

A los cuatro problemas ambientales globales que amenazan el futuro de la biosfera: el deterioro de la capa de ozono, el efecto invernadero, la pérdida acelerada de la biodiversidad y la contaminación de las aguas continentales y costeras, debe sumarse la degradación de la diversidad cultural, como consecuencia de una imposi-

tiva globalización de la cultura complementaria a la posmoderna globalización de la economía.

Es imprescindible asumir la dimensión social y cultural de la crisis ambiental y su impacto en la cuestión del desarrollo y el progreso. Ya que la cultura es expresión y síntesis de la humanización que el hombre hace de su ambiente, se requiere entonces redimensionar la relación hombre-naturaleza sobre la base de una nueva cultura que sirva de sostén espiritual a una nueva e integral concepción del desarrollo.

La crisis del límite de crecimiento, conocido informe que en 1972 emitió el Club de Roma, alertó sobre el peligro de que el desarrollo alcanzado por las sociedades industrializadas, —entendido éste como crecimiento económico incontrolado— estaba próximo a traspasar las fronteras admisibles para no afectar con un impacto planetario a la salud y a la calidad de vida de las generaciones presentes y venideras. (3)

Este aldabonazo debió ser un duro golpe para la tesis desarrollista enarbolada por el Primer Mundo. Sin embargo, en la práctica, el curso de los acontecimientos ocurridos hasta hoy sólo han hecho cumplir los pronósticos del informe e incluso rebasarlos. No es de extrañar que reunidos nuevamente veinte años después, o sea, en 1992, el propio Club haya rendido un segundo informe cuyo título es harto elocuente: *Más allá de los límites*.

Las estadísticas mundiales son impresionantes y vergonzosas. Pero más que los fríos números son los hechos los que han levantado definitivamente la bandera roja de la amenazante crisis ambiental, sus efectos han dejado de ser subliminales y cada día son más palpables.

El depredador consumismo del Primer Mundo, así como la agobiante pobreza y crecimiento acelerado precisamente de la población pobre del Tercer Mundo, actúan

sinérgicamente e incrementan las presiones sobre el medio ambiente.

¿Renunciarán las naciones ricas al bienestar alcanzado?, ¿renunciaremos los países pobres a nuestro derecho al desarrollo?

Se hace necesaria una nueva concepción del desarrollo y del progreso social que no ha llegado a su fin, como algunos ideólogos de la posmodernidad pregonan.

¿Cómo se puede tratar de imbuir a nuestras culturas periféricas del agotamiento posmodernista si la histórica e injusta desigualdad del mundo no nos ha permitido alcanzar siquiera la modernidad?, ¿como ser posmodernos sin haber sido modernos?

Indudablemente, el modelo primermundista no es el camino ni siquiera por el que deben continuar ellos mismos. Se necesita un modelo de desarrollo que sea sostenible por la capacidad de carga de la Tierra.

Nuestro futuro común, informe del Comité Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1987, conocido como "Informe Bruntland", acuñó una definición de desarrollo sostenible que fue generalmente aceptada en principio. Según éste, el desarrollo sostenible responde a la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta concepción implica un enfoque global y una estrategia a largo plazo que aborde las cuestiones del medio ambiente en su interrelación con los problemas de población, recursos humanos, alimentación, energía, industria y desarrollo urbano. Puede asegurarse que el Informe Bruntland previó la agenda de las sucesivas cumbres mundiales que bajo el auspicio de las Naciones Unidas se han celebrado durante la actual década.

Independientemente de la trascendencia histórica de esta definición de desarrollo sostenible, la práctica real de la política internacional lo ha interpretado de la manera siguiente: "es el desarrollo que pueden alcanzar los países del Norte, sin comprometer el desarrollo al que aspiran los países del Sur". (1, 30) Concebido así resulta una modalidad más, elegantemente encubierta por cierto, de dominación de las naciones ricas sobre las pobres.

Al describir las condiciones no exclusivamente económicas, técnicas e institucionales que permiten determinar las necesidades del presente, el Informe Brundtland se limita a abogar por cambios en las actitudes humanas, o sea, no considera adecuadamente la problemática de la sostenibilidad cultural del desarrollo, la participación de los valores arraigados por la cultura en la interacción de las comunidades y la sociedad en su conjunto con el medio ambiente en general y la naturaleza en particular. (9)

Es evidente que el desarrollo sostenible o sustentable es una necesidad objetiva del presente si la humanidad quiere tener futuro; sin embargo, requiere ser redefinido y enriquecido en sus fines y estrategias a partir de una perspectiva genuinamente global que incluya también las verdaderas urgencias y aspiraciones de quienes más necesitamos de él: los pobres de esta Tierra que tristemente somos la abrumadora mayoría de la población mundial.

Emprender el camino del desarrollo sostenible no depende sólo de la adopción de directrices o acuerdos en el campo económico o político, sino, en lo esencial de drásticos cambios sociales a escala planetaria que permitan poner realmente al hombre en el centro del progreso social. Requiere primordialmente de lo ante-

rior es cierto, pero necesita también de la formación estructurada de un nuevo sistema de valores en el que predominen la solidaridad y la responsabilidad del individuo con la sociedad y su entorno existencial. En síntesis, de una nueva ética que destierre el egoísmo y el individualismo y esto, sin dudas, es una tarea mucho más difícil, como cualquier empeño que signifique cambios en la conciencia social de los pueblos, labor en la que la Bioética debe cumplir una importante contribución.

¿Es sustentable la Bioética?

La Bioética, como disciplina científica, se ha desarrollado desde su génesis en un contexto contradictorio y su discurso ha estado oscilando entre dos tendencias: la original enunciada por Van Rensselaer Potter de la Universidad de Wisconsin en su obra *Bioethics: Bridge to the Future*, publicada en enero de 1971, donde le da un sentido de ética ambientalista y ciencia de la supervivencia; y una segunda corriente originada por Andre Hellegers quien en julio del propio año 1971, al fundar el Instituto Joseph y Rose Kennedy para el estudio de la Reproducción Humana y Bioética, la definió como ética biomédica. (7) Esta última tendencia ha sido la que ha prevalecido en el decursar ulterior de la disciplina, tanto en los Estados Unidos, como en el resto de los países industrializados del Norte.

En un artículo para el libro *Bioética. Desde una perspectiva cubana* hemos explicado nuestro punto de vista acerca de las condicionantes sociales e históricas que favorecieron el proceso de reducción de la Bioética a unas éticas biomédicas. En lo esencial, en aquel trabajo expusimos la idea que el característico escepticismo

posmodernista, consecuencia de la crisis de los paradigmas —de los grandes metarrelatos filosóficos e históricos—, potenciada por el desenlace de la Guerra Fría y el derrumbe del socialismo real europeo, ha creado un complaciente espejismo de que es ocioso buscar soluciones globales a los macroproblemas del mundo actual y, sin embargo, resulta más pragmático tratar de resolver problemas particulares de determinados sectores o ramas de la vida social, como pueden ser las cuestiones éticas que la revolución científico-técnica ha introducido en la práctica médica y la investigación científica. Actitud ésta que no cuestiona severamente ni mucho menos pone en riesgo el orden establecido en la posmodernidad.

¿Puede la Bioética en estas condiciones servir de fundamento moral y contribuir a formar un sistema referencial de principios y métodos de solución moralmente válidos para los complejos problemas que comporta enrumbar el progreso humano por la senda del desarrollo sostenible?

Hasta el momento la Bioética se ha concentrado en la cuestión de la salud desde la perspectiva estrecha de la atención médica y las políticas sanitarias; las diferentes construcciones teóricas que han pretendido darle fundamento se han orientado en esa dirección, o sea, su base filosófica neotomista, utilitarista o neokantiana.

Una de las teorías más difundidas ha sido la conocida como "Principalismo bioético" que tiene sus raíces en los trabajos de la National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research, creada por el Congreso de los Estados Unidos en 1974. El encargo expreso de esta Comisión era pronunciarse acerca de los problemas éticos de la investigación científica en seres humanos. Como colofón de

sus actividades, emitió en 1978 el conocido "Informe Belmont" en cuyo contexto se imbrican, por primera vez en un sistema, los principios de Autonomía, Beneficencia y Justicia, así como los procedimientos para hacerlos efectivos: consentimiento informado, ponderación del riesgo-beneficio y selección equitativa de los sujetos de experimentación.

Uno de los integrantes de esta comisión, T. L. Beauchamp, en unión con J. F. Childress, publicaron en 1979 el libro *Principles of Biomedical Ethics* cuyo objetivo fue desarrollar la teoría enunciada en el Informe Belmont aplicándola a la solución de los problemas de la práctica médica. Al sistema original agregaron el principio de No Maleficencia proveniente de la ética hipocrática. Esta teoría se fue impregnando del utilitarismo anglosajón. Su mayor debilidad ha sido otorgar igual jerarquía a todos los principios, tanto a los que representan la ética individual o privada —Autonomía y Beneficencia—, como a los que representan a la ética social o pública —No Maleficencia y Justicia—. (2)

Como procedimiento utilitarista el Principalismo ha sido eficaz en el contexto donde se originó para ayudar a resolver dilemas y situaciones límites; sin embargo, no ha mostrado igual éxito en las cuestiones propias de la atención primaria, las enfermedades crónicas y mentales.

Otras teorías que pretenden fundamentar la Bioética Médica, como el casuismo, la ética de la virtud, la ética del cuidado solícito, etcétera, han recibido menos difusión y acogida, presentando también serias inconsistencias, aun en el reducido campo de la ética clínica y sanitaria.

La Bioética en su desarrollo se modula de acuerdo con las condiciones propias de cada cultura, según su histo-

ricidad y el sistema de valores preponderante. (4) Constituiría un mecanicismo extremo condenado al fracaso de antemano intentar trasladar concepciones propias de determinados contextos sociales, económicos, culturales y políticos primermundistas a nuestros escenarios periféricos.

Como se puede apreciar, los fundamentos y procedimientos de decisión adoptados por la Bioética fundacional se han enmarcado en el horizonte de la Bioética Médica. El campo de la ética de los problemas globales, sociales y comunitarios que tanto pueden aportar a la instrumentación del desarrollo sostenible está prácticamente libre de su influjo.

El hecho de que no se haya avanzado no quiere decir en modo alguno que potencialmente no se pueda, que en el sentido moral no se deba y que desde el punto de vista político no se tenga que abordar.

El proyecto desarrollista neoliberal obvia la responsabilidad estatal con la salud y considera la atención médica como un problema de solución esencialmente individual, asumiéndolo como parte del costo social de sus políticas.

En realidad poco haremos si nos ocupamos de los problemas particulares de la salud y no los enfrentamos en su integralidad, en la compleja urdimbre de sus relaciones con los procesos económicos, sociales y culturales del desarrollo. Es aquí donde el enfoque histórico-social del marxismo debe hacer una contribución decisiva a la fundamentación de una Bioética que tenga la valentía de abordar la reflexión científica de los problemas globales, y participe en la formación de una conciencia planetaria y una voluntad política conducente a los cambios sociales y económicos imprescindibles para enfrentar el reto del desarrollo sostenible.

El hecho de que seamos partidarios de un enfoque holista de la Bioética no es óbice para que abogemos por el papel de primer orden que deben desempeñar los sistemas de salud en la realización de un proyecto de desarrollo sostenible, fundamentalmente la Atención Primaria de Salud que se lleva a cabo allí donde se generan y resuelven las demandas ambientales.

Existen algunas experiencias comunitarias en Latinoamérica del tipo de los llamados "Consejos Ambientales" e incluso del diseño de políticas para la Atención Primaria Ambiental. (8) Sin embargo, es precisamente Cuba quien mejores condiciones estructurales tiene para llevar a cabo un programa integral ambientalista a nivel de comunidades, porque cuenta con una cobertura total del país por la Atención Primaria de Salud; la organización de la población mediante Consejos Populares; y un proceso encaminado a la producción social de la salud por medio del movimiento de los Municipios y Comunidades Saludables.

La vía fundamental para que una disciplina científica, como la Bioética pueda participar de forma efectiva en tan complejo proceso es mediante la investigación, la aplicación de sus resultados y su divulgación por los procesos educativos formales y no formales.

En su acepción más amplia la Bioética es una ética ambientalista; sin embargo, la Educación en Bioética no es Educación Ambiental. Mientras la Educación Ambiental pretende formar una concepción integral de la relación hombre-naturaleza-medio ambiente que se traduzca en actitudes y hábitos responsables para con el entorno existencial humano; la Educación en Bioética trata de estructurar un sistema de valores acerca de la vida y la salud que permita la implementación de procedimientos de decisión moralmente válidos ante situa-

ciones en las que se pongan en juego estos valores. Por lo tanto, la Educación en Bioética y la Educación Ambiental son interdependientes y complementarias; además, imprescindibles en la formación de esa conciencia ambiental necesaria para el desarrollo de una sociedad económica y culturalmente sostenible.

La Bioética será moralmente sustentable sólo si aborda de manera adecuada la cuestión del desarrollo sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

1. CELY GALINDO, G.: "La bioética al rescate de la biodiversidad", en *Temas de bioética ambiental. Colección textos y manuales*, Centro Editorial Javeriano, Santafé de Bogotá, 1995, pp. 29-61.
2. GRACIA, D.: *Procedimientos de decisión de ética clínica*, Editorial EUDEMA S.A., Universidad Complutense de Madrid, 1991, pp. 31-37.
3. ———: "Salud, ecología y calidad de vida", en *Introducción a la bioética*, Editorial Buho, Santafé de Bogotá, 1991, pp. 9-26.
4. KOTTOW, M.: "Esbozo cultural del principalismo bioético", en *Cuadernos del Programa Regional de Bioética*, OPS/OMS, Santiago de Chile, abril de 1996, pp. 29-40.
5. MARTÍ, JOSÉ: "Congreso forestal", en *Obras completas*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1975, t. 8, pp. 302-303.
6. PASTOR, L. M.: *Ética y ecología. Ética y medicina*, vol. 5, no. 1, Universidad de Anahuac, enero-marzo de 1994, pp. 27-33.

7. PATRAU, MARÍA DO CEU: "Fundamentación antropológica de la bioética", en *Cuadernos del Programa Regional de Bioética*, OPS/OMS, Santiago de Chile, abril de 1996, pp. 11-27.
8. SEPULVEDA, CLAUDIA: *Hacia una conceptualización de la atención primaria ambiental*, Instituto de Ecología Política de Chile, Santiago de Chile, 1996.
9. UNESCO: *Dimensión cultural del desarrollo: hacia un enfoque práctico*, Colección Cultura y Desarrollo, Ediciones UNESCO, 1995.
10. VARGAS, RÍOS, O.: "Notas para una bioética ambiental", en *Temas de bioética ambiental. Colección textos y manuales*, Centro Editorial Javeriano, Santafé de Bogotá, 1995, pp. 29-61.

ECOLOGÍA FRENTE A DESARROLLO SOSTENIBLE

Zhenia Milán Fernández

División de Estudios de Contaminación Ambiental
Centro Nacional de Investigaciones Científicas

El desarrollo científico y tecnológico está relacionado directamente con la dinámica del ambiente socioeconómico. Con la Revolución Industrial comienza el trabajo en líneas de producción, el desarrollo científico-técnico presentado por sí mismo, como un resultado de las relaciones: hombre-máquina-industria-ambiente. Los cambios climáticos, la contaminación del agua y el aire, así como la deforestación, fueron en contra del progreso técnico y el desarrollo económico.

A mediados del siglo XIX comenzó una nueva era tecnológica. Grandes descubrimientos e innovaciones en la medicina, física y química aceleraron las técnicas de producción en masa; ello puso límites al mercado y a los productos. Obviamente, todas estas causas tuvieron un efecto de incremento de la velocidad de destrucción de los recursos naturales y un incremento en la contaminación ambiental.

En este siglo, específicamente después de la Segunda Guerra Mundial, el desarrollo en la ciencia y la tecnología ha alcanzado en pocos años niveles nunca soñados, pero ha creado contradicciones en dos direcciones: una acelerada destrucción del ambiente y el rompimiento del equilibrio sociopolítico con una alta velocidad de incremento en la pobreza.

El desarrollo industrial acelerado en el presente ha implicado un severo impacto ambiental que es obvio a

nivel local —contaminación de masas de agua y atmósfera, deforestación, erosión, etcétera— o bien menos evidente y con efectos a mediano y largo plazo —liberación de compuestos carcinogénicos, cambio climático global, destrucción de la capa de ozono y otros—.

El crecimiento económico se ha basado en el uso intensivo de materias primas y energía que, con criterios de eficiencia y rentabilidad económicas, maximiza ganancias y aprovecha el “subsidio ecológico” que absorbe el costo de externalidad de la contaminación. En este contexto, recursos abundantes, como el agua y el aire son utilizados de forma indiscriminada, ya sea como insumos o receptores de desechos.

La evidencia de que el ambiente y sus recursos más abundantes no pueden seguir soportando un desarrollo como el descrito ha llevado a plantear diversas propuestas para corregir el rumbo. El concepto de los límites de crecimiento, aparecido a inicios de la década de los 70 cuando implícitamente se proponía conservar el estatus económico mundial y, por lo tanto, sus desigualdades, fue la primera voz de advertencia.

Del contexto anterior se deriva la necesidad de nuevos conceptos e instrumentos de análisis y evaluación del patrimonio de recursos naturales; una productividad ecológica, como alternativa a la actual basada en valores de mercado; y formas económicas de autogestión y autosuficiencia orientadas a la producción sustentable y sostenida de recursos. (12)

En la actualidad se habla de *Desarrollo Sostenible* como la solución a todos los problemas de contaminación ambiental y crecimiento económico. Sin embargo, muchos de los que proponen esta teoría no poseen un fundamento científico coherente sobre las causas del deterioro ambiental del planeta y su relación con el cons-

tante crecimiento económico; olvidan que se trata de un ecosistema finito, como es la Tierra.

Es partir de la realización de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo —celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992— que la concepción de *Desarrollo Sostenible* se convierte en el paradigma político-social para dirigir el proceso de armonización del crecimiento económico con la preservación y mantenimiento de las condiciones ecológicas y medio ambientales. En el mundo se discute mucho sobre esta concepción.

La Declaración de Río —suscrita por los jefes de estados de más de cien países— refleja el criterio de las entidades gubernamentales de todo el planeta. Pero, la Carta de la Tierra y la Declaración de los Países Latinoamericanos reflejan las opiniones de las organizaciones no gubernamentales y de una multitud de organizaciones sociales y políticas, frecuentemente en contraposición con muchos de los conceptos incluidos en la concepción de Desarrollo Sostenible.

Análisis crítico del concepto Desarrollo Sostenible

No existe un concepto único sobre Desarrollo Sostenible. Diversos autores han dado distintas definiciones desde diferentes puntos de vista: biológico, químico, antropológico, etcétera. Cada una de ellas con características peculiares. Además, el concepto presenta variadas orientaciones político-ideológicas.

Hay que partir del hecho de que se trata de un concepto en elaboración. Esta idea comenzó a circular a fines de la década de los 80, cuando el informe *Nuestro futuro común* fue entregado en diciembre de 1987 a la Asam-

blea General de la ONU. Por ello, en primer lugar, le presentamos el concepto expresado por la Comisión Brundtland en el mencionado informe: “El Desarrollo Sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. (4, 49)

Esta definición encierra en sí dos conceptos: “necesidades” y “limitaciones”, impuestas por el estado de la tecnología y la organización social, entre la capacidad del medio ambiente para satisfacer las necesidades presentes y futuras. Además, al concepto Desarrollo Sostenible se agrega: “pero tanto la tecnología como la organización social pueden ser ordenadas y mejoradas de manera que abran el camino a una nueva era de crecimiento económico”. (4, 49)

La Comisión cree que la pobreza general ha dejado de ser inevitable. La pobreza no sólo es un mal en sí misma. Y, contradictoriamente, afirma que: el Desarrollo Sostenible exige que se satisfagan las necesidades básicas de todos y que se extienda a todos la oportunidad de colmar sus aspiraciones a una vida mejor. Hoy se publica que al Gobierno de la India le es imposible hablar de esperanzas. (15) Un mundo donde la pobreza es endémica será siempre propenso a sufrir una catástrofe ecológica o de otro tipo.

Es casi una ilusión que el Desarrollo Sostenible exija a nivel mundial que quienes son más ricos adopten modos de vida acordes con medios que respeten la ecología del planeta; por ejemplo, en el uso de la energía.

En un último término considera que el Desarrollo Sostenible no es un estado de armonía fijo, sino un proceso de cambio por el que la explotación de los

recursos, la dirección de las inversiones, la orientación de los progresos tecnológicos y la modificación de las instituciones concuerdan con las necesidades, tanto presentes, como futuras. Por ello, en última instancia, el Desarrollo Sostenible deberá apoyarse en la voluntad política.

De lo anterior puede inferirse que todo cambio en sí va a depender de una decisión política y que en realidad no primará la necesidad de resolver un problema ecológico. Y, como contradicción a la primera parte del párrafo anterior, en otro acápite del documento se plantea que la rapidez del crecimiento de la población puede intensificar la presión sobre los recursos y retardar el progreso del nivel de vida. Entonces, sólo se puede aspirar al Desarrollo Sostenible si el tamaño y el crecimiento de la población están acordes con las cambiantes posibilidades de producción del ecosistema.

A la definición y a sus principios hay que dotarlos de realismo y rigor científico, de aquí que muchas cuestiones básicas no queden explicadas al nivel que lo exige el hecho. En primera instancia, muestra un estado de cosas contradictorias; sin hacer un análisis global y estricto de todos los factores objetivos y subjetivos que determinan el Desarrollo Sostenible. Por ejemplo, no aclara el tipo ni la cuantía de las necesidades a las que se refiere. Si pensamos de manera realista en las generaciones actuales, sus orígenes sociales diferenciados, entonces es evidente que los habitantes de las grandes sociedades, especialmente la llamada *high life*, no equiparan sus necesidades con las de aquellos habitantes indígenas de nuestra América Latina.

Por otra parte, en la mayoría de los países en vías de desarrollo cada día aumenta el contraste socioeconómico, es decir, crece la distancia entre los poderes adquisitivos

de las diferentes clases sociales. Desafortunadamente, las cifras muestran mayor tendencia a la pobreza desmedida y, por ende, condiciones sanitarias de habitat no adecuadas. En la India la explosión poblacional ha hecho surgir en las zonas rurales un gran barrio bajo (*a big slum*), causando serios problemas de salud; la violencia y los actos irresponsables han crecido y muchas personas duermen en la calle. (15)

Ahora bien, si se cumpliera la demanda de que las generaciones actuales satisfagan sus necesidades que siempre son crecientes, ¿cuáles serían los requerimientos necesarios para que las generaciones futuras satisfagan sus necesidades? Esto analizado desde el importante punto de vista de la explosión demográfica del planeta y la tan preocupante escasez mundial del agua.

Con la población actual de 5 000 millones de habitantes (15), para suplir las necesidades de alimento, ropa, transporte y otras —sin considerar asuntos superfluos e innecesarios—, el planeta proporciona un máximo de 10 000 kcal/persona/día. Al no tener un control del crecimiento demográfico, si se duplicara la población mundial el consumo per cápita se reducirá a 5 000 kcal; cantidad que no cumple con la energía mínima necesaria para que un ser humano sobreviva adecuadamente.

Esta cuestión es preocupante cuando hablamos de cifras. La India —que más que una nación es casi un pequeño continente cuya población crece a un ritmo acelerado— en 1950 reportó 360 millones de personas y hoy alcanza cerca del billón de habitantes, con un crecimiento económico per cápita de los más bajos del mundo. El nivel de desempleo es tal que se reporta un estimado de 18,5 millones de personas en busca de empleo. Cerca de 50 a 70 millones de niños trabajan en

la servidumbre (cautiverio). En los años 50 el porcentaje de analfabetos era del 20 % y hoy alcanza el 50 %.

Ciertas regiones, especialmente en África y Medio Oriente, sufren tal escasez de agua que, aunque parezca exagerada la afirmación, un alto funcionario del Banco Mundial, Ismael Serageldin, asegura: "las guerras en el próximo siglo serán por el problema del agua". No es apreciar friamente la cifra de que en el mundo hay 136 000 km³ de agua, sino que no se les puede hablar de abundancia a los habitantes de Jordania o de Malta, Egipto, Sudán, Chad, Etiopía, etcétera. Millones de mujeres africanas se ven obligadas a caminar diariamente varias horas para buscar el agua en pozos que, además, están contaminados. No sólo es la escasez, sino que faltan recursos para desarrollar la explotación sustentable del agua disponible.

Otra cuestión importante que agrava seriamente esta crisis mundial del agua es la tala indiscriminada de bosques por la falta de energía y la prolongada sequía que azota a muchos países, lo cual agudiza el peligrosísimo proceso de desertificación en ciertas regiones. Se estima que cada año las aguas se llevan unos 25 000 millones de toneladas de tierra fértil. El resultado final de la erosión y degradación de los suelos, por falta de vegetación, es que las tierras terminan por convertirse en desiertos. Se calcula que un tercio de la superficie del planeta, donde habitan unos 1 000 millones de personas, se encuentra en peligro de transformarse en desierto. Recientemente se le entregó un informe de alerta al presidente de Paraguay con la alarmante cifra del 75 % de la tala de sus bosques en un período muy corto.

Si retomamos el análisis de la definición veremos que no señala el contexto social ni el proceso económico que debe tener la comunidad humana para lograr un De-

sarrollo Sostenible. Es muy importante que la sociedad busque su desarrollo económico, pero no a costa de la destrucción del medio ambiente, sino que fomente la protección y conservación del medio, como el lugar donde vivimos. Contrario a lo que sucede en las sociedades de consumo y puramente mercantilistas, el valor de las cosas viene dado por los productos que de ella se pueden obtener sin considerar un valor implícito, su valor natural y la relación con todo individuo que les rodea.

Sin embargo, los patrones de desarrollo de los países industrializados han ocasionado los mayores daños al ecosistema. Estos países que sólo cuentan con el 16 % de la población mundial, aportan alrededor del 72 % del producto nacional bruto global y controlan directamente cerca del 76 % del comercio mundial. Entre otras cosas, absorben entre el 40 % y el 60 % del consumo mundial de importantes producciones de origen mineral, como los combustibles fósiles (43 %), petróleo (50 %), acero (40 %), aluminio (58 %) y cobre (58 %); mientras que se estima que alrededor del 45 % de los ingresos por exportación de los países del Tercer Mundo corresponde a productos básicos.

Consecuentemente, estos estados aportan más del 50 % de las emisiones de gases del efecto invernadero, incluida la producción de cerca del 90 % de los cloro-fluorocarbonos; emiten la mayor parte de los gases que provocan las lluvias ácidas, es decir, el 40 % del dióxido de azufre y el 54 % de los óxidos de nitrógeno; y generan el 68 % de los desechos industriales. Mientras que la mayoría de los pobres (60 %) viven en áreas vulnerables desde el punto de vista ecológico.

La Comisión busca encaminar el Desarrollo Mundial que conduzca al siglo XXI. Ahora bien, entre la publica-

ción del informe y el primer día del siglo XXI transcurrirían aproximadamente 5 000 días. ¿Qué crisis del medio ambiente nos aguarda en ese tiempo?

La respuesta no está, sino que lleva al análisis de las situaciones reales. Durante el decenio de 1970 el doble de personas sufrió cada año las consecuencias de desastres naturales. El número de víctimas de ciclones y terremotos aumentó bruscamente con las multitudes de pobres que construyeron casas inseguras en terrenos peligrosos. Los resultados correspondientes al decenio de 1980 reportan 35 millones de personas afectadas por la sequía, sólo en África y la India. Las inundaciones han causado estragos cada vez más importantes en los Andes y el Himalaya deforestado.

Los gastos militares en el mundo se aproximan a un billón de dólares anuales y continúan creciendo; sobre todo, por las tentativas de lograr seguridad mediante el desarrollo de sistemas de armas nucleares que pueden destruir el planeta. La carrera armamentista en todas partes del mundo acapara recursos que podrían utilizarse de forma más productiva para disminuir las amenazas contra la seguridad que crea el conflicto del medio ambiente y los resentimientos que alimenta la pobreza ampliamente extendida.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en relación con el Desarrollo Sostenible ha formulado su propia definición —aprobada por el Consejo en 1988— en la cual plantea que el Desarrollo Sostenible es el manejo y la conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Este Desarrollo Sostenible —en los sectores agrícolas, forestal

y pesquero— conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales; no degrada el medio ambiente; y es técnicamente apropiado, viable desde el punto de vista económico y aceptable en el sentido social.

La FAO plantea, además, que los daños que sufre el medio ambiente perjudican a todos, pero en especial a los campesinos pobres de los países en desarrollo, pues su supervivencia depende de forma particularmente inmediata de su hábitat natural. Los pobres son también los primeros que sufren cuando se restringe el acceso a los recursos sobreexplotados o empobrecidos. Por este motivo, es preciso dar la máxima prioridad al fomento del Desarrollo Sostenible y, en particular, a la promoción de sistemas de producción agrícolas sostenibles. El aumento de la producción agrícola, forestal y pesquera en el presente a costa de la degradación de los suelos, la destrucción de los bosques y el agotamiento de las poblaciones, víctimas en el futuro, ha de considerarse la antítesis del desarrollo.

Sobre la base de lo planteado con anterioridad la FAO se pregunta: ¿qué es *la sostenibilidad*?

Los economistas podrían responder haciendo hincapié en el sostenimiento del crecimiento económico y los niveles de consumo de alimentos, leña y otros artículos de primera necesidad. Los ecologistas y los biólogos podrían argumentar que es la biosfera lo que es necesario sostener; ellos procurarían conservar sobre todo la diversidad genética y biológica. Los antropólogos y los sociólogos podrían poner el acento en la forma de utilización del medio ambiente que está determinada por la cultura. Algunos críticos podrían ir mucho más allá y declarar que lo que realmente se propone sostener es la actual división de la riqueza y el poder, lo cual impone

exigencias ambientales diferentes para los países pobres y ricos—injustas para los primeros—.

Sin embargo, casi todos estarán de acuerdo en que el concepto de sostenibilidad incluye también consideraciones éticas: lo que se haga hoy tendrá repercusiones para las generaciones futuras.

El problema de la definición de sostenibilidad, según la FAO, puede complicar la realización de un esfuerzo global: es difícil adoptar decisiones estratégicas y políticas a largo plazo en favor de un concepto que aún no está definido con claridad o para el que no existe una definición universalmente aceptada.

La FAO estima que afortunadamente la mayoría de los factores ambientales que amenazan la producción de alimentos encajan en cualquier definición de lo que es preciso sostener. Además, a pesar de sus divergencias en cuanto a la definición de sostenibilidad, los ecologistas, economistas y antropólogos estarían de acuerdo en que el concepto entraña la reducción e inversión de estos procesos de degradación del medio ambiente.

Como conclusión, la FAO plantea que los gobiernos deben adoptar políticas económicas, sociales y agrícolas que fomenten un comportamiento sostenible. En muchos países se necesita con urgencia la implantación de programas de planificación de la familia, con la finalidad de reducir las presiones de la población sobre el medio ambiente. Los esfuerzos de las organizaciones internacionales sólo podrán tener efectos importantes si los gobiernos promueven seriamente la sostenibilidad.

La tesis desarrollada a pesar de su aceptación no está exenta de contradicciones: identifica las disparidades sociales del mundo actual, pero no reconoce los mecanismos que han generado esa desigualdad. La interpretación debe partir del reconocimiento de que el subdesarrollo es

consecuencia del saqueo al Tercer Mundo, que se vale de mecanismos de endeudamiento, proteccionismo comercial, etcétera; por tanto, la consiguiente agresión ecológica es resultante de esa agresión.

El análisis que aparece a continuación está concentrado en el trabajo *Mensaje de Fidel Castro Ruz* presentado en 1992 ante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Brasil. Aquí nuestro Comandante expresó: “Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre. Ahora tomamos conciencia de este problema cuando casi es tarde para impedirlo (...) Es necesario señalar que las sociedades de consumo son las responsables fundamentales de la atroz destrucción del medio ambiente”. (3,1)

Él ve el origen de los problemas ambientales y de la pobreza heredada en las sociedades de consumo. “No es posible culpar a los países del Tercer Mundo (...) La solución no puede ser impedir el desarrollo a los que más lo necesitan (...) para hacer lo que debimos haber hecho hace mucho tiempo”. (3, 2). En sus palabras finales el Comandante pide que cesen la carrera armamentista, los egoísmos, los hegemonismos, la insensibilidad, la irresponsabilidad y el engaño.

En conclusión, se observa que la concepción de Desarrollo Sostenible se estima como un paradigma que trata de conciliar crecimiento económico y condiciones ecológicas mediante una supuesta colaboración de clases, grupos sociales y de intereses internacionales y nacionales. El fondo ideológico y social que sustenta la esencia misma de la concepción revela numerosas incógnitas y dudas acerca de su verdadera realización. Esas incongruencias se revelan, ante todo, en la propia

imposibilidad de conciliar las contradicciones del capitalismo en virtud de una explotación racional del medio.

Resulta evidente que lograr los propósitos de equidad, justicia social y lucha contra las desigualdades sociales y económicas, reflejados en la concepción de Desarrollo Sostenible, exige un reordenamiento del funcionamiento de las estructuras sociales y económicas. En otras palabras, para que exista un Desarrollo Sostenible con igualdad social hay que cambiar la esencia misma de la organización de la sociedad, lo cual, por cierto, no está previsto en los fines de los creadores originales de esta concepción. En este sentido, Cuba, como país enfrentado a construir una nueva sociedad, tiene el reto de construir un verdadero Desarrollo Sostenible.

Seguidamente se presenta la síntesis de un boletín titulado *Hacia una sociedad sustentable* que llama grandemente la atención. En él se plantea:

- En las últimas décadas la humanidad ha ido descubriendo que la naturaleza y sus recursos no son infinitos. El uso irracional de las energías no renovables y la depredación del medio ambiente han dado como resultado un estado de cosas preocupantes, tanto para los actuales habitantes del planeta, como para las generaciones futuras.
- Se impone una reflexión seria y crítica sobre esos modelos de desarrollo desde nuestra fe cristiana.

Así se ofrece la última presentación de la perspectiva ecológica de Leonardo Boff, considerado el fundador de la Teología de la Liberación. Este teólogo acompaña su escrito de una crítica profunda de la sociedad capitalista en su carácter esencialmente antiecológico, al tiempo que considera al socialismo como el único sistema capaz de “rescatar las energías ancestrales del ser humano, que tienen que ver con la solidaridad, la colaboración de lo

social y lo colectivo, en una afirmación no de unos contra otros, sino de unos junto otros”. (1, 8)

Además, considera que la ecológica no es una lucha menor, cuyo objetivo sería meramente la conservación de la vegetación y de las especies animales. Plantea que la cuestión ecológica es un momento importante de la reflexión subversiva, contestataria y liberadora. Entiende que la referencia fundamental debe ser la sociedad sostenible con un desarrollo ecológicamente sostenible. Además, es del criterio de que deberían cambiarse algunos parámetros de esa sociedad, pues mientras siga dominando el paradigma occidental todos seremos víctimas de un inmenso proceso de violencia y destrucción basado en que una cultura somete y agrade a otra cultura.

Cree que el tema de la población es manejado ideológicamente y que en realidad el problema es de consumo de energía. Un habitante del Norte consume 20 veces más energía que cualquier habitante de África o de Asia. Entonces, cuando los Estados Unidos y los países del Norte plantean el problema de la población están ocultando el hecho real de que ellos son grandes consumidores y contaminadores de la naturaleza. La responsabilidad pertenece a los estados, a las instituciones pedagógicas, a las instancias éticas en el sentido de educar a las poblaciones en saber restringir los nacimientos en función de los límites que tenemos con los recursos naturales.

Principios fundamentales para el Desarrollo Sostenible

Primero: la capacidad de sostener generaciones futuras. No se indica qué tipo de consumo deberán tener las generaciones actuales para asegurar que las futuras podrán ser sostenidas. *A grosso modo* los patrones de consu-

mo se pueden dividir en: de alto consumo, austeridad voluntaria o estado de supervivencia. Este principio no aclara el tipo de consumo más adecuado para lograr el Desarrollo Sostenible.

Segundo: promover la calidad del aire, agua y suelo. Este principio se contradice con el siguiente, lo cual se explica a continuación.

Tercero: disponer de empleos en industrias viables que hagan un uso innovador y eficiente de la energía y los materiales. La propuesta no toma en cuenta que, según un principio elemental de termodinámica (segunda ley), todo proceso de producción de bienes o servicios tiene un cierto grado de ineficiencia, es decir, que se generan residuos, desechos, humos, gases, polvos, etcétera. No existe proceso en el que se aproveche al 100 % la materia prima necesaria para fabricar un producto.

Además al quemar cualquier tipo de combustible fósil hay energía no aprovechable en forma de calor, humos y gases que van a la atmósfera, produciendo elevada contaminación. Al pretender crear empleos en industrias supuestamente eficientes, se cae en la paradoja siguiente: más industrias significa mayor demanda de materias primas, incluidos energéticos. Estas industrias por muy eficientes que sean no alcanzarían el 100 % de aprovechamiento de los insumos, por lo tanto, generarán residuos.

Algunas personas proponen instalar equipos de control de la contaminación para reducir el grado de emisiones y descargas; estas personas pierden de vista que esos equipos también necesitan ser producidos en otras industrias y con otras materias primas que provienen del subsuelo terrestre.

La posibilidad de contar con producciones que tengan cero descarga (*cleaner production*) es un asunto que está tomando mucha fuerza; nuevamente se impone la segunda ley de la termodinámica. No obstante, esta posibilidad sería atractiva si se planteara minimizar las emisiones o descargas.

Por primera vez en Austria, a finales de 1991, se reunió un grupo de científicos para analizar y dar criterios homogéneos acerca de los problemas varios que interactúan con el ambiente y las barreras presentes al Desarrollo Sostenible. Se identificaron y clasificaron áreas priorizadas y se propusieron los siguientes tópicos para coordinar investigaciones:

- Incremento de la población mundial y el consumo per cápita de recursos humanos.
- Agotamiento de los recursos de la Tierra capaces de sostener la agricultura.
- Injusticia y pobreza.
- Cambios climáticos.
- Pérdida de la biodiversidad.
- Agotamiento de las fuentes de agua.
- Consumo de energía.

Concibieron secciones técnicas que proveen materiales para enriquecer el empeño de la ciencia y la tecnología con la finalidad de hacer actividades productivas compatibles con la preservación del habitat natural humano. Una producción limpia (*cleaner production*) implica el esfuerzo continuo de una estrategia ambiental integrada, y preventiva, a procesos y productos que reduzcan los riesgos de salud en humanos y de un impacto negativo sobre el ambiente.

El desarrollo de tecnologías sostenibles es una necesidad en el futuro para solucionar los problemas ambientales, tanto desde el punto de vista social, como económico.

En esto el término sustentabilidad desempeña un papel central y también determinará el diseño de las tecnologías.

Las tecnologías por sí solas no proveerán soluciones suficientes a los problemas de sustentabilidad, es decir, que ciencia y tecnología están enmarcadas en una estructura, contenida en un sistema global con interdependencia de las condiciones de vida, desarrollo humano, calidad de vida, desarrollo sostenible y ambiente.

Antes de implantar cualquier tecnología en la industria se debe realizar una ecoestructuración de acuerdo con la nueva visión de hostilidad de la ciencia y la tecnología: o sea, de la alta tecnología (*High-Tech*) a la tecnología ecológica (*Eco-Tech*).

Además, la implantación de las *cleaner production* por parte de los países del Norte será un eslabón más en su cadena exportable, sobre todo a los países del Sur. Ello se sugiere sutilmente en los reportes acerca de los avances en este campo. (23) Tanto la Comunidad Europea, como las organizaciones no gubernamentales plantean que las producciones limpias constituyen la única solución a "la crisis de los residuos".

Hace un año el Desarrollo Sostenible se ha convertido en una prioridad tope entre un grupo de líderes del negocio. Esta convicción ha tomado lugar entre ellos, ya que presenta la única oportunidad para asegurar el futuro económico, y piensan que, paso a paso, se debe incorporar el costo ambiental en los precios de los recursos, productos y servicios. (11)

Respecto a la contradicción entre el segundo y el tercer principios es imposible obtener, por un lado, calidad en el aire, agua y suelo y, por otro, plantearse el establecimiento de más industrias para emplear a

una población siempre creciente que vive en un ecosistema finito.

Otro asunto a considerar es el desafío urbano. Al terminar el siglo casi la mitad de la humanidad vivirá en centros urbanos; sobre todo en el Tercer Mundo, el principal problema es la carencia de oportunidades de empleo y la mayoría de los individuos sin empleo emigran hacia las ciudades. Los que se quedan detrás inevitablemente realizan ciertas actividades, por ejemplo, quemar madera para hacer carbón, lo cual conduce a la deforestación.

En sólo sesenta y cinco años la población urbana de los países en desarrollo se ha duplicado, pasando de 100 millones, en 1920, a 1 000 millones, en la actualidad. En 1940 una de cada 100 personas vivía en una ciudad de un millón o más de habitantes; hacia 1980, la relación era uno de cada 10. Entre 1985 y el 2000 las ciudades del Tercer Mundo podrían aumentar su población en 750 millones de personas. Esto quiere decir que aumentará la capacidad de producir y de administrar su infraestructura, servicios y viviendas urbanas (*Nuestro futuro común*). Por tanto, debe hacerse extensivo el desarrollo y condiciones socioeconómicas, tanto en la ciudad, como en el campo.

Cuarto: planear comunidades libres de desechos y congeniales con ciudadanos activos, con acceso a bosques y aguas limpias.

El hombre en su inherente actividad como "ser" produce desechos naturales. Se debería replantear de forma realista: concebir comunidades con sistemas de tratamientos adecuados, valorando el reciclado de algunos desechos, y confinar los no reciclables, reduciendo al mínimo el impacto sobre el medio ambiente.

Es imprescindible crear una conciencia ambiental apropiada. Para resolver con éxito los problemas globales necesitamos crear nuevos métodos de pensamiento, elaborar una nueva moral y una nueva escala de valores y, sin duda alguna, nuevas normas de comportamiento. (8) Ello concuerda con los planteamientos de Boff acerca de la ética y educación poblacional sin afectar las culturas propias. Esta situación hace más imperativo el estudio de las experiencias de aquellos países del Sur, con bajos crecimientos y niveles moderados de consumo per cápita.

Ejemplo de lo planteado es el caso de Sri Lanka. Desde finales de la Segunda Guerra Mundial, el Gobierno buscó eliminar la marcada pobreza, ayudando en el consumo de los alimentos básicos con una combinación entre productos libres y racionados, así como con el subsidio de los precios. Al mismo tiempo, se promovió un mayor nivel educacional y posibilidades de empleos a las mujeres, lo cual constituye una de las causas negativas en el control de la reproducción en la mayoría de los países del Tercer Mundo. Una mayor seguridad económica tiene relación directa con el hecho de disminuir en los pobres la necesidad de tener muchos hijos; los incentiva a avanzar económicamente y permite un mayor seguro económico para la vejez.

Quinto: reconocer que los sistemas ambientales, económicos y sociales están inseparablemente unidos.

Es un principio muy realista el plantearse esto, pero no resulta fácil llevarlo a vías de hecho. Es práctica, demostrada en muchos países, sobre todo en los subdesarrollados, que un problema ambiental sólo se resuelve si incluimos en el análisis el componente político para el beneficio de una persona, grupo de personas, partido político. El trabajo de los políticos consiste en establecer

una estructura dentro de la cual los negocios de las comunidades puedan trabajar para obtener mejores metas.

Tenemos, por ejemplo, que en México el arma fundamental de promoción en la campaña del “partido verde” es proclamarse ecologista. En la India, el desarrollo económico rápido de algunas personas y líderes es un impacto en su participación política y decisiones del Gobierno ante problemas de esta índole.

La queja general es que el discurso de los “verdes” se limita a defender la preservación de la selva y los animales. Sí, es importante la ecología que engloba disciplinas académicas. Mas, es necesario no dejarlo solo en manos de los “verdes”, de los habitantes del Norte —denominados “depredadores de la naturaleza”— o de los científicos. Hay que dar un fundamento a la ecología social que la vincule con las cuestiones de la sociedad, especialmente las planteadas por los pobres.

La digestión anaerobia hacia el Desarrollo Sostenible

Los procesos biológicos de tratamiento de residuos orgánicos, ya sean aerobios o anaerobios, forman parte de la biotecnología ambiental. La biotecnología puede definirse como la integración de las ciencias naturales e ingenierías con objeto de aplicar organismos, células o sus partes en la producción de bienes y servicios. La biotecnología, al utilizar como sustrato el material orgánico bajo principios biológicos, posee un potencial importante en el desarrollo de las nuevas tecnologías requeridas en el avance hacia el Desarrollo Sostenible. (17)

En la búsqueda de nuevos procesos productivos, con “tecnologías limpias”, la biotecnología tiene un papel promisorio en la sustitución de procesos químicos que generan contaminantes recalcitrantes. En muchas áreas los procesos biotecnológicos son superiores a los químicos, por ejemplo, entre otros, se pueden citar:

- Producción de metabolitos de muy alto agregado —cuidado de la salud—.
- Producción de bebidas y alimentos tradicionales —aplicaciones clásicas—.
- Degradación de contaminantes orgánicos en aguas, aire y suelo —protección ambiental—.

Esta última aplicación constituye el campo de investigación-desarrollo de la biotecnología ambiental. En nuestro país se cuenta con una sólida experiencia tecnológica y un potencial profesional que centra su trabajo en la búsqueda de nuevas tecnologías o alternativas.

Aunque se hable de procesos productivos “limpios”, con mejor aprovechamiento de sus insumos, mayor recuperación de sus productos y minimización de sus desechos bajo el concepto de descarga cero, en algunos casos no será posible técnicamente y, en otros, desde el punto de vista económico. En la práctica habrá que resolver el problema sin atacar las causas, o sea: tratamiento de aguas sólo al final del proceso (*end of pipe*). Ello implica una reducción de los volúmenes de agua residual, pero aumento de la concentración de contaminantes.

Es interesante señalar que al caracterizar los vertimientos de aguas residuales de cualquier origen su agresividad potencial se relaciona con una contaminación equivalente a X millones de habitantes; en otras palabras, el vertimiento de aguas contaminadas a nues-

tros cuerpos receptores se traduce en un crecimiento demográfico de un X % respecto al impacto ambiental.

Algunos autores plantean el tratamiento y disposición de los residuos municipales, como un sistema sustentable. Para residuos sólidos municipales, rediseñar la tecnología y obtener tres tipos de materiales: materiales reciclables para el comercio; los reciclables no comerciales a disponer en “rellenos sanitarios”; y la materia orgánica biodegradable.

De esta propuesta es obvio el beneficio económico del máximo reciclaje de toda materia no degradable que pueda aprovecharse con fines comerciales, sin sumar la cuestión ecológica. Ahora bien, discrepo en que la disposición en rellenos sanitarios de los materiales no comerciales sea una solución apropiada ante el objetivo planteado.

En primer lugar, los mencionados rellenos poseen un contenido de materia orgánica que se descompone en un proceso muy lento, hasta un período de treinta a cincuenta años. El gas producto en este proceso de fermentación (digestión anaeróbica) contiene metano, nitrógeno, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno. A partir de la revisión de treinta y nueve reportes sobre plantas a escala de laboratorio y pilotajes, la producción del gas se encuentra entre 3,1 y 37 L/kg de basura/año.

Como es lógico, la emanación de este gas no es controlada ni colectada, se “pierde” en la atmósfera. El metano es un alcano y coadyuva a la formación de contaminantes en la atmósfera; éste en la tropósfera entra en un ciclo de formación de *smog fotoquímico*. Los compuestos orgánicos en presencia de óxido de nitrógeno y luz solar generan contaminantes atmosféricos, como el dióxido de nitrógeno, ácido nítrico y óxido de

carbono. Además del efecto corrosivo de bajas concentraciones de sulfuro de hidrógeno (0,1 %).

Se ha ideado la remoción de determinados gases por filtros de principios químicos, físicos y biológicos; esto tiene inconvenientes, como la implementación de tecnologías nuevas que lleva consigo un costo de investigación científica para validar los proyectos. Asimismo, está limitada por el factor espacio y, además, debe sumarse el hecho de que todo proceso requiere de energía, lo cual incrementa los costos operacionales.

Una de las alternativas más racionales, según mi criterio —y de algunos reportes—, es la degradación anaerobia de la materia orgánica de los residuos libres de tóxicos o inhibidores de un sistema biológico, como sustrato para la producción de biogas, y habilitar cierto tratamiento a las aguas municipales.

Para realizar el tratamiento de aguas residuales existen dos tipos fundamentales de procesos: los físico-químicos y los biológicos. Por razones técnicas y económicas los primeros son aplicados, por lo general, en aguas con contaminantes inorgánicos o con materia orgánica no biodegradable, mientras que los segundos se utilizan cuando los contaminantes son predominantemente biodegradables.

Se puede considerar que las reacciones bioquímicas que tienen lugar en estos procesos son las mismas que se realizan en el medio natural —ríos, lagos, suelo—, pero de forma controlada a mayores velocidades de reacción. Esta es la razón por lo que técnica y económicamente los procesos biológicos resultan adecuados para desechos de la industria alimentaria, la agroindustria, algún tipo de petroquímica y farmacéutica, así como para las aguas negras municipales; mientras que los procesos físico-químicos requieren de insumos —reacti-

vos y coagulantes— sin modificar de modo sensible el contenido de la materia orgánica soluble.

Dentro de los procesos biológicos abogamos por los anaerobios (digestión anaerobia), pues tienen menos requerimientos energéticos; en un proceso biológico aerobio existe estabilización de la materia orgánica con producción de lodos y requerimientos de energía para transferir el oxígeno necesario para los microorganismos.

En la digestión anaerobia, además de no requerir otro insumo que el residual, aproximadamente el 90 % de la materia inicial biodegradable se recicla por vía del metano, un subproducto con valor energético que puede ser aprovechado. Con una adecuada operación de los sistemas este proceso es susceptible de integrarse de manera armónica en las cadenas productivas y energéticas, lo cual lo convierte en una valiosa herramienta tecnológica para contribuir al Desarrollo Sostenible.

Algunas consideraciones sobre el Desarrollo Sostenible en las condiciones de Cuba

La propia concepción de la construcción del socialismo en Cuba ha llevado implícita la consideración del desarrollo económico y social, en relación armónica con el aprovechamiento y explotación racional de los recursos naturales, y lograr un medio ambiente sano, como requisito para el multifacético desarrollo de los individuos y las colectividades. La Constitución de la República de Cuba plasma de forma clara los mencionado preceptos en uno de sus acápites.

Se pueden considerar como elementos estratégicos fundamentales que se han contenido en la política ambiental de nuestro país los siguientes: la explotación de

las condiciones agrícolas en relación con las aptitudes y vocaciones naturales; la planificación física de la utilización de los territorios; el mejoramiento de la salud humana, como requisito; fundamental del estado higiénico-sanitario de los territorios; el establecimiento de una red de áreas protegidas; el inventario y evaluación de las potencialidades de recursos naturales y la realización de investigaciones en un amplio espectro de la temática ecológico-ambiental; y el establecimiento de un sistema de educación ambiental a todos los niveles del país.

Sin embargo, un análisis, sobre todo a nivel regional y local, permite descubrir no pocos casos de problemas ecológicos de diverso tipo. Ello se observa, fundamentalmente, en regiones urbanas e industriales donde éstos se manifiestan no sólo en casos puntuales de contaminación —La Bahía de La Habana, las regiones de explotación niquelífera de Nicaro y Moa—, sino, en particular, en la capacidad de los sistemas naturales de resistir impactos muy intensos, en lo esencial, en lo que atañe a grandes catástrofes naturales.

A principios de la década de los 90, la Comisión Cubana para la Protección del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (COMARNA) discutió el primer proyecto acerca del programa nacional para cumplir nuestra propia Agenda 21, cuyas acciones contemplaban, entre otras, la búsqueda de nuevas tecnologías capaces de obtener fuentes alternativas de energía, a partir de residuos orgánicos, mejorar la calidad de los suelos y alcanzar de un 25 % a un 30 % de los bosques.

Existen condiciones objetivas para que Cuba, país socialista donde predomina la explotación social sobre los medios de producción, pueda de forma real aplicar la sostenibilidad en su proyecto de desarrollo. Los antagonismos y las contradicciones sociales que, por lo

general, constituyen la barrera fundamental en la explotación racional de la naturaleza no existen en Cuba. De lo que se trata es de articular todo el potencial científico, político y económico existente en nuestro país.

Conclusión

Antes de emitir las conclusiones me pregunté: ¿es posible el Desarrollo Sostenible?

La actual definición de Desarrollo Sostenible no es clara en lo referido a los tipos de necesidades para las presentes y futuras generaciones. Además, los principios que se dan para el Desarrollo Sostenible no están hechos para una sociedad sostenible. De modo que esta definición deberá modificarse.

Ahora bien, como investigador de las ciencias ambientales me situó en el plano sociopolítico y económico del problema. Es cierto que es una preocupación mundial, pero no se concretan los hechos necesarios para tratar de salvar la situación; si, porque se debe hablar en términos de recuperar el ecosistema, no de conservarlo. Aún no veo cercano ese momento.

No emitiría conclusiones pesimistas. No obstante, las condiciones objetivas del hecho me llevan a reflexionar. La ciencia cada día nos depara éxitos jamás esperados. El Desarrollo Sostenible es un producto altamente codiciado que podría obtenerse por un proceso bioquímico —el proceso, además, necesita optimizarse— en el que, como es esperado, se interrelacionan un sin número de variables. Ahora viene el problema: ¿cuáles de estas variables se mantendrán fijas?, ¿bajo qué intereses se obtendrá el producto final?

Aseguro, categóricamente, que prevalecerá el interés capitalista en la mayoría de los casos. Se tratarán de dar soluciones temporales a los problemas ecológicos sin una

conciencia ambientalista del asunto, sin atender a cada una de sus aristas. En general, lo que más me preocupa son las inevitables respuestas disímiles que se prevén, como la propagación de enfermedades, la muerte por desnutrición y la disminución de la calidad de vida.

Por último, espero que las soluciones gubernamentales no lleguen demasiado tarde, al punto que nuestro planeta se vea afectado en extremo. Además, confío en el potencial científico mundial y el regional. Pese a lo planteado, en nuestro laboratorio se trabaja a profundamente en un conjunto de problemas ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOFF, LEONARDO: "Hacia una sociedad sustentable", en *Síntesis Informativa*, vol. 6, no. 4, Centro de Información del Consejo Mundial de la Paz para América y el Caribe, 1992.
2. CASTRO, F.: *Ecología y desarrollo (selección temática 1963-1962)*, Editora Política, La Habana, 1992.
3. ———: *Mensaje de Fidel Castro Ruz*, Conferencia de la Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo, La Habana, 1992.
4. Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo: *Nuestro futuro común*, Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1988.
5. DALY, H.: *Economía, ecología y ética*, Fondo de Cultura Económica, Ciudad México, 1989.
6. DEDERICHS, M. R.: "¿Cómo manipular los censos?", en *Muy Interesante*, vol. 12, no. 1, G. y J. España Ediciones, Madrid, 1995.
7. FAO: "El estado mundial en la agricultura y la alimentación", en *Colección FAO: Agricultura*, no. 22, Roma, 1989, p. 1.
8. FROLOV, I. T.: *Revista Communist*, audiencia pública de la CMMAD, Moscú, 1986.
9. *India: una democracia dinámica*, División de Publicidad del Exterior, Nueva Delhi, 1993.
10. Instituto Nacional de Ecología: "Desarrollo sustentable", en *Boletín*, no. 9, SEDASOL, Ciudad México, 1993.
11. KRAWER, A.: "Sustainable Development. A Window of Opportunity for Progressive Companies", en *Journal*, vol. 2, 1992, pp. 6-12.
12. LEFF, E.: *Ecología y capital. Hacia una perspectiva ambiental de desarrollo*, UNAM, Ciudad México, 1986.
13. ———: *De política, políticas de desarrollo y políticas ambientales en América Latina*, UNAM, Ciudad México, 1994.
14. "Managing Contaminated Land", en *Industry and Environment*, vol. 16, no. 3, UNEP, París, julio-septiembre de 1993.
15. *Man and Development*, vol. 17, no. 1, Center for Research in Rural and Industrial Development, India, marzo de 1995.
16. "Marine Pollution from Land-Based Sources", en *Industry and Environment*, vol. 15, no. 12, UNEP, París, enero-junio de 1992.
17. MOSER, A.: *Sustainable Bioethnology. Ecological Process Engineering*, V Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería, Puerto Vallarta, 1993.
18. *Paz y Soberanía*, vol. 2, número dedicado al medio ambiente, Movimiento Cubano por la Paz, La Habana, 1993.

19. "Science and Technology Roles in Ecological Bioprocessing and Cleaner Production", en *Workshop Proceeding*, Instituto Centroamericano de Investigaciones y Tecnología Industrial, Antigua, 11-15 de febrero de 1994.
20. *The Bulletin*, Centro para Nuestro Futuro Común, octubre de 1994.
21. THRUPP, L. A.: "Politics of Sustainable Crusade: from Elits Protectionism to Social Justice in Third Wold Resources Issues", en *Technology and Society*, no. 58, 1990.
22. *Una Visión*, no. 13, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, mayo de 1990.
23. UNEPIE: "Cleaner Production", en *Industry and Environment*, vol. 17 no. 4, UNEP, París, octubre-diciembre de 1994.

EL PAPEL DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA EN LA FORMACIÓN DE LA POLÍTICA PÚBLICA DE MEDIO AMBIENTE EN CUBA

Carlos Jesús Delgado Díaz

Sociedad Cubana de Investigaciones Filosóficas

Rostro político del problema ambiental

Los problemas vinculados con el deterioro ambiental, la conservación y protección del medio se han tornado en los últimos años cuestiones cruciales no sólo para los investigadores de una rama especial del conocimiento biológico —la Ecología—, sino para un volumen de población cada día creciente. El deterioro ambiental y, en general, todo el conjunto de problemas vinculados con las relaciones de niveles estructurales supraorganismo —como población, biogeocenosis y biosfera— han dejado de ser patrimonio exclusivo de una rama especial del conocimiento biológico y se han convertido en objeto de atención de diversas estructuras e instituciones humanas, hasta el punto de exigir la participación directa de las instancias superiores del poder del Estado para su solución.

La participación directa del Estado en la solución de los problemas ambientales implica la movilización y participación de diversas capas de población e instituciones y organizaciones en general, lo cual imprime un carácter político al problema. El Estado actúa por imperativos económicos, sociales, culturales y, al mismo tiempo, regula un considerable volumen de elementos y voluntades participantes en la solución de los problemas medioambientales. Inserto el problema ambiental en la dinámica política, el Estado mismo ve condicionada su

actuación por las exigencias de los sistemas políticos y su propio devenir. Por tanto, cada Estado imprime por su tipo y forma rasgos específicos en la formulación de políticas y se ve condicionado por la participación de diversas fuerzas políticas y sociales.

En la actualidad ha pasado el tiempo en que la comunidad científica podía ser considerada sólo en calidad de conjunto erudito y homogéneo capaz de aportar soluciones técnicas. Hoy internacionalmente la comunidad científica se proyecta en la vida pública desde su posición profesional, participando en los debates de líneas presentes y futuras de solución a los problemas ambientales; es participe directo en los debates de políticas públicas establecidas o proyectadas.

No es necesario abundar especialmente en el hecho de que Cuba está afectada por los problemas de deterioro ambiental que abarcan el planeta en su conjunto; pero sí resulta especialmente necesario esclarecer qué papel desempeña la comunidad científica, como elemento integrante de la sociedad civil, en el establecimiento de la política pública sobre el medio ambiente.

Incursionaremos en el problema de la formulación de la política pública sobre el medio ambiente con el propósito de mostrar y esclarecer la situación actual de esta cuestión en Cuba, a fin de señalar el papel que corresponde a la comunidad científica nacional en este proceso.

Se han empleado como vías de investigación la consulta de la legislación vigente, así como la entrevista sociológica. Se determinaron tres grupos de entrevistados:

1. Funcionarios que participan en la formulación de las políticas.

2. Investigadores de ramas vinculadas con el medio ambiente y la ecología.

3. Investigadores de otras ramas.

En los tres grupos se valoraron las cuestiones siguientes:

- Necesidad de la elaboración científica de las políticas.
- Niveles de participación y aprobación social.
- Formas de asociación o agrupamiento que favorezcan la elaboración de las políticas.
- Necesidades sentidas y demandas con las políticas.

Los resultados preliminares que se presentan están vinculados con la primera etapa de la investigación que tuvo como objetivo inmediato esclarecer qué contextos ofrece el sistema político cubano a la participación de la comunidad científica en la solución de estos problemas.

La comunidad científica en la dinámica del sistema político cubano

En su devenir histórico el sistema político de la sociedad cubana contemporánea se ha conformado con características propias, entre las que se encuentra el empleo sistemático de formas especiales de democracia directa, como la Asamblea General del Pueblo Cubano en los primeros años de la Revolución y la participación de diversas organizaciones de masas en un contexto de unipartidismo político.

El tránsito de las primeras formas de establecimiento del nuevo poder hacia la institucionalización se caracterizó por el predominio del centralismo sobre el democratismo en la toma de decisiones estatales. El establecimiento de formas institucionalizadas para la estructuración in-

terna del poder del Estado y la regulación de la vida política en general en condiciones de unipartidismo ha planteado una serie de cuestiones —básicas, como la correlación entre democratismo y centralismo, democracia directa y democracia representativa— que afectan el desenvolvimiento de todo el sistema.

El perfeccionamiento del sistema político iniciado con el proceso de institucionalización en los años 70 entra en una etapa histórica distinta a partir de los cambios socioeconómicos que tienen lugar en el país desde fines de la década de los 80 y se hace patente en una serie de transformaciones que abarcan, desde la Reforma Constitucional, hasta la reestructuración de los órganos de la Administración Central del Estado.

En el sistema político cubano el contexto unipartidista verticaliza la problemática democrática y participativa. De hecho, la calidad de las instituciones democráticas y el democratismo en sí están directamente vinculados con la calidad de las instituciones y sus mecanismos de funcionamiento. Las correlaciones cuantitativas de participación popular pueden revelar muy poco sobre la esencia misma, democrática o no, de las instituciones. El problema del democratismo verdadero se refiere, ante todo, a la calidad sociopolítica de las instituciones creadas y sus mecanismos de funcionamiento.

El ejercicio democrático exige una mayor participación de la población, en tanto grupos sociales y socioprofesionales, mediante sus organizaciones y un funcionamiento colegiado en el que la participación de las mencionadas organizaciones en los asuntos del Estado sea un elemento esencial del funcionamiento mismo del poder. El perfeccionamiento de las instituciones y el ejercicio de la democracia en Cuba pasa por la profundización y

generalización de esta tendencia real. Estamos ante un problema no resuelto definitivamente.

Los grupos sociales participan en la vida política por medio de diversas vías y en dependencia de intereses específicos que pueden canalizarse socialmente del modo más diverso. Dentro de todos los grupos ocupan un lugar especial los grupos profesionales que, por su quehacer, pueden aportar en el proceso de formulación de líneas políticas debido a que la actividad profesional de sus miembros les torna portadores de intereses definidos a nivel de grupo y con significación social general. Estos grupos contribuyen de modo significativo a la formación de diversas organizaciones de carácter profesional, cuya participación en la vida social se hace cada vez más notable y necesaria.

Las organizaciones profesionales no gubernamentales, como elemento integrante de la sociedad civil, pueden aportar a la dinámica del desenvolvimiento de las instituciones políticas cubanas elementos importantes. Sería exagerado afirmar que su visión de los problemas sea mejor, imparcial-objetiva o superior a la del resto de las organizaciones del Estado o cercanas a él. Basta afirmar, y esto es cualitativamente importante, que su mirada, enfoque, reflexión, es distinta. El formar parte del no Estado confiere a las organizaciones no gubernamentales autonomía real en la vida y la reflexión, lo cual las debe conducir a ocupar un lugar importante en el desenvolvimiento y funcionamiento del sistema político cubano, en el ejercicio de la democracia. Ello fortalece incluso al propio Estado, pues contribuye canalizar una participación más específica del ciudadano en cuanto a planteamientos y soluciones de diversos problemas concretos. Entre los grupos más significativos por sus posibilidades de aportar a la vida pública y a la elabora-

ción de las políticas públicas en general se encuentra la intelectualidad científico-técnica, quien se presenta constituida en comunidad científica.

La comunidad científica puede ser entendida en el sentido más amplio y asistémico, como el conjunto del personal científico que participa de la vida social en un contexto específico mediante la actividad profesional que denominamos "ciencia". Como conjunto de científicos o grupo social amorfo y heterogéneo profesionalmente competente, el desempeño social de tal comunidad puede ser valorado sólo por medio de algún interés social externo al grupo que verticalice la acción, ya sea el funcionamiento mismo de la actividad, la organización social de la actividad científica, la organización disciplinaria, etcétera. Desde el punto de vista del funcionamiento político, este concepto de comunidad científica puede aportar muy poco, pues en estos contextos grupales el científico funciona en el sentido político como ciudadano y no como miembro de una comunidad autoformada y autoconsciente de sus intereses sociales.

El concepto de comunidad científica más valioso es aquel que la explica como grupo social autoformado a partir de la existencia de intereses profesionales definidos que le conducen a la autoorganización para participar de la vida social, como grupo mediante organizaciones formadas a partir de su competencia profesional e intereses.

La comunidad científica entendida como grupo socio-profesional que tiende a formar determinadas organizaciones para su proyección social tiene un interés especial en el contexto del sistema político cubano, en particular, en lo referido a la formación de la política pública sobre medio ambiente.

En la formulación de las políticas públicas en Cuba inciden una serie de factores, entre los que se destaca: el funcionamiento interno de las estructuras estatales ejecutivas y legislativas, así como la consulta en las diversas instancias del poder del Estado.

En los últimos años por los medios masivos de comunicación se ha hecho palpable la consulta diversas personalidades sociales, no sólo políticas, ya se trate de intelectuales y artistas destacados, personalidades de la cultura, científicos y otros. Se ha tomado frecuente la consulta a entidades gubernamentales y no gubernamentales que, por su desempeño profesional, tienen relación con las formulaciones y soluciones de determinados problemas que atañen a la política pública que está en debate. En el funcionamiento de los órganos legislativos se ha hecho frecuente la participación y consulta de diversas instancias, organizaciones de masas y organizaciones no gubernamentales, entre ellas las profesionales.

Enmarcada en una tradición política en la que han estado presentes de manera sistemática formas de democracia directa, se ha practicado la consulta informal mediante mítines, muestreos de opinión pública realizados por entidades especializadas y divulgación de criterios del hombre común en la prensa, siempre que reflejen determinado estado de opinión oficialmente reconocido. La consulta a las masas a través de la movilización de la opinión pública en debates abiertos por diferentes instancias estatales o políticas, como centros de trabajo, organizaciones del partido, organizaciones de masas y profesionales —por ejemplo, Comités de Defensa de la Revolución, (CDR), Federación de Mujeres Cubanas (FMC) y sindicatos— es parte de los métodos ordina-

rios de funcionamiento, formación y debate de las políticas.

El Estado cubano ha participado activamente en la dinámica de los problemas medioambientales del país, ya sea por las estrategias de desarrollo socioeconómico seguidas y sus efectos materiales reales, así como mediante una proyección política internacional de participación activa en los debates y la búsqueda de acuerdos y soluciones a los problemas globales. Baste citar, como ejemplo resumen, la participación en la Cumbre de Río y la firma de la denominada "Agenda 21" y la Convención sobre Biodiversidad. En el plano legal interno se ha ido conformando de modo paulatino un conjunto de leyes —Constitución de la República, Ley No. 33, llamada "Ley Sobre la Protección del Medio Ambiente y Uso Racional de los Recursos Naturales" (1981); Ley de Minas, etcétera— que intentan proteger el medio y regular su explotación económica. Se han buscado vías y formas de reordenar y organizar de modo económico y viable los aparatos estatales centrales —COMARNA, como organismo central, y en la actualidad el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente— para el control de todas las actividades que tienen relación con el ambiente, su protección y conservación.

En las políticas vigentes el papel desempeñado por la comunidad científica ha sido irregular y se ha encauzado fundamentalmente mediante la consulta entre entidades del Estado, en este caso las instituciones científicas, por lo cual podemos afirmar que, en lo esencial —aunque no exclusivamente—, la comunidad científica ha participado en la formulación de las políticas, en tanto científicos e instituciones que forman parte del aparato del Estado. Sin embargo, las necesidades del propio sistema

político y las exigencias del momento histórico que vive Cuba hacen posible una participación más directa de los científicos, como comunidad científica en el planteamiento y búsqueda de soluciones sociales a numerosos problemas, entre ellos, los medioambientales. La comunidad científica está llamada a desempeñar un significativo papel en la formulación de la política pública sobre medio ambiente por:

Primero: sus conocimientos y potencialidad técnica.

Es de conocimiento general y reconocimiento público que las dimensiones de los problemas ambientales exige de conocimientos científicos para encontrar vías de solución efectivas a largo plazo. Los científicos portan los mencionados conocimientos técnicos y sin ellos es imposible encontrar las soluciones esperadas.

Sería una generalización infundada suponer que por el sólo hecho de formar parte de la intelectualidad científico-técnica ya se está en condiciones de contribuir a la adopción de líneas políticas adecuadas. En realidad, los científicos pueden: proyectarse atendiendo a presiones e intereses particulares que no tengan relación con la supuesta objetividad de que son portadores; desconocer lo específico de la actividad que realizan en lo referente a la cuestión ecológica; tener una actitud de menosprecio ante los problemas medioambientales por considerarlos fuera de su competencia, insolubles a su nivel o insolubles en general; tener desconocimiento y desinterés al mismo tiempo. No obstante lo anterior, ellos aportan el elemento objetivo básico para la solución técnica de los problemas: los conocimientos científicos. Además, la mayoría de los científicos están preocupados por el deterioro ambiental, participan en la búsqueda de soluciones técnicas y están interesados en

participar de forma activa en el establecimiento de estrategias sociales y políticas para detener y revertir el deterioro ambiental.

Segundo: la dimensión actual de las soluciones globales del problema.

La magnitud del problema ambiental y las propuestas de solución modernas han desplazado el punto crítico de la esfera científica especial al ámbito de la política, pues la solución de los problemas pasa por la adopción de modelos de desarrollo distintos que la ciencia reclama, pero que sólo desde la política pueden ponerse en práctica. A los científicos corresponde un importantísimo papel educativo y de divulgación para cambiar los patrones culturales en que se fundamentan los modelos de desarrollo socioeconómico causantes del deterioro ambiental.

Tercero: la significación cultural de prestigio de la comunidad científica como tal.

La comunidad científica en general, aun tomada en el sentido más amplio y amorfo, disfruta en las postrimerías del siglo XX en el contexto cubano de una situación social privilegiada en cuanto a ascendencia en el medio cultural. El científico es valorado y a veces sobrevalorado socialmente por la media de la población a partir de su condición misma de profesional, como portador de verdad y agente que soluciona problemas, en ocasiones, hasta lejanos de su competencia profesional inmediata. Su punto de vista moviliza estados de opinión, por lo que su participación en la vida pública es deseada y puede rendir frutos políticos inmediatos.

En la cultura moderna este enfoque sobreestimador del valor cognoscitivo de la ciencia se vuelve sobreestimación y sobreapreciación en cuanto a la significación

social del científico y su actividad y, por ello, eleva la estimación social general de la ciencia y el científico, lo cual torna su actividad social valiosa y estimada. En esta coyuntura histórica el papel de la comunidad científica se expresa no sólo en el conocimiento real que portan los científicos, sino también en la incidencia social de su presencia y juicios al debatir determinados temas que pueden ser de su incumbencia directa, pues se trata de áreas que conocen objetivamente mejor que el resto de la población, así como también porque por su prestigio social se espera de ellos proyecciones y hasta soluciones que no siempre están en condiciones de aportar.

Cuarto: la existencia de vías estatales y no estatales para acceder a la formulación de las políticas que tiene este grupo social.

La comunidad científica, entendida como grupo socioprofesional, está en condiciones de funcionar como un sujeto múltiple que puede canalizar la solución de determinado problema desde diferentes instancias, ya sea aportando soluciones técnicas o conformando desde distintas organizaciones un abanico temático capaz de imprimir diversidad social al enfoque de los problemas, siempre desde una óptica profesional óptima por el tipo de problemas que se juzga. Se trata no sólo de la participación desde el aparato mismo del Estado mediante alguno de sus subsistemas, sino también del enriquecimiento que aporta la óptica de una organización colateral; no sólo el enfoque técnico-profesional, sino el social general y el de los intereses sectoriales específicos, ya sean disciplinarios o territoriales. De la contraposición de intereses y planteamientos concretos emerge una diversidad temática y de discusión que permite el debate y confrontación de ideas, lo cual puede efectivamente

contribuir de modo directo a la adecuación de soluciones reales. Desde el punto de vista teórico, las posibilidades son amplias, aunque en la práctica no se realicen aún plenamente.

Esencia de un problema y contradicciones de una situación nueva

En Cuba la conocida máxima ecologista que afirma "para enfrentar trabajos de conservación es necesaria una cultura ecológica" ha encontrado sus confirmaciones. Nuestra historia reciente abarca desde planes económicos que afectaron el entorno por desconocimiento, menosprecio o sobreestimación de las ventajas de la revolución científico-técnica, hasta el estudio detallado de estrategias socioeconómicas que incluyen propuestas de legislación especial para determinados territorios en aras de impedir el deterioro ambiental.

El socialismo en Cuba ayudó a revertir la situación ambiental existente antes de 1959 a favor de la ecología. Se ha avanzado de forma paulatina y sistemática en la introducción de la evaluación ambiental en el contexto de los proyectos de desarrollo socioeconómico. La Revolución trabajó de manera sistemática en la esfera social con la finalidad de mejorar las condiciones de vida y eliminar la pobreza. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos, la propia actividad económica ha contribuido a que se produzcan fenómenos de afectación al medio en prácticamente todas las formas conocidas — creación de presas, desecación de pantanos, tala indiscriminada, agricultura industrial, proyectos de urbanización agresivos, erosión y agotamiento de los suelos, contaminación de las aguas, agotamiento de los recursos materiales y energéticos, contaminación de la biosfera con desechos

no biodegradables—. No es secreto hoy día que esta situación de deterioro está presente también en la historia de otros países que transitaron por la construcción socialista. (6)

Es frecuente encontrar en la literatura especializada ejemplos de sociedades con soluciones ecológicas en el pasado y en estadios de desarrollo precapitalistas. Tal parece que el deterioro ambiental es una consecuencia obligatoria de la vida moderna y que sólo renunciando al presente industrializado y científico-técnico es posible convivir de forma armónica con la naturaleza.

El cambio ocurrido en nuestra comprensión de la naturaleza del problema ambiental y el tipo de soluciones científicas viables propuestas en la actualidad muestran que las conclusiones anticientíficas, nihilistas y catastrofistas no son las únicas ni las más adecuadas.

Aunque indudablemente pueden encontrarse problemas de deterioro ambiental locales en épocas pasadas, el problema ambiental es resultado de la instauración de un modelo de desarrollo socioeconómico global y la presencia de órganos materiales de transformación productiva de la naturaleza a escala de la biosfera: capitalismo mundial y revolución científico-técnica. Como fenómeno material, el capitalismo reproduce constantemente modos de vida y tecnologías agresivas; produce y reproduce la pobreza, como condición social básica del deterioro ambiental.

La pobreza está ligada de modo indisoluble a la degradación ambiental, pues sin condiciones financieras y sin tecnologías la supervivencia se logra a expensas de la sobreexplotación de los recursos naturales. Las sociedades que viven en la pobreza destruyen las fuentes de vida no por ignorancia, sino simplemente por hacer realidad la aspiración de sobrevivir un día más. Es una

pobreza capitalista, pues es el sistema de relaciones dominantes quien lo torna pobre. El indígena que no goza de las ventajas de un ciudadano no es pobre en su cultura. La cultura dominante, las relaciones capitalistas dominantes en la vida material y espiritual lo hacen pobre.

Esa es exactamente la situación de los pueblos que fueron arrastrados a la vorágine del mercado mundial capitalista, cuando la internacionalización económica capitalista de su vida los convirtió en pobres que aspiran a dejar de serlo; aspiración inalcanzable. Las estadísticas mundiales dan perfecta noción de esta situación. De acuerdo con lo expuesto por el Worldwatch Institute, (12) el mundo capitalista desarrollado es el principal responsable del deterioro ambiental del planeta, pues atesora el 72 % del producto nacional bruto; es dueño del 76% del comercio internacional; origina el 73 % de la exportación de productos químicos; emite el 45 % del dióxido de carbono mundial; genera el 60 % de los desechos industriales; produce el 60 % de los desechos peligrosos; y genera el 52 % de la energía comercial. Según datos de la ONU, al Tercer Mundo con el 70 % de la población mundial corresponde el 7 % de la producción industrial mundial.

Como fenómeno espiritual, el capitalismo ha producido modos de concebir la vida y ha dotado al hombre moderno de una eticidad incompatibles con el modelo de solución al problema ambiental que la ciencia propone como técnicamente viable.

El capitalismo, como sistema ha permeado la cultura moderna de una logicidad ética limitada. La lógica pragmática del mercado que nos compromete con el éxito en el presente y subordina su futuro es patrimonio de la cultura moderna, se bebe y consume a diario y se

cuestiona directamente en el quehacer humano. Siguiendo esta lógica, el hombre del capitalismo industrial del siglo XIX actuaba como nómada salvaje al migrar en busca de nuevos recursos naturales cuando la sobreexplotación los agotaba o construía altas chimeneas para que el humo contaminante pasara a capas más altas de la atmósfera sin ocuparse de buscar una solución más efectiva. La misma lógica caracterizó la solución utópica del problema ecológico cuando en la década de los 70 de nuestro siglo se optaba por construir grandes y costosos sistemas de tratamiento de residuales, como solución al problema de la contaminación, mientras la industria continuaba contaminando. Ella está presente en las causas del deterioro ambiental en los países que construían el socialismo y también en Cuba.

La estrategia del nómada salvaje llegó a su fin científico-técnico por agotamiento. La biosfera es el objeto de trabajo del hombre moderno; si antes se podía adoptar la estrategia del nómada salvaje hoy ya no es posible. La revolución científico-técnica nos ha dotado de instrumentos capaces de destruir el planeta. El cromagnon moderno maneja instrumentos que ha sabido crear; pero, a diferencia del ancestro, no domina.

En el horizonte de los años 90 cobra fuerzas una estrategia realmente nueva: producción ecológica y desarrollo sostenible. La propuesta científica de los años 80 pasó con rapidez al contexto político en los años 90, pues sólo en él puede pasar del terreno de la utopía a la realidad, pero también porque en él encuentra los mayores obstáculos materiales y espirituales para su materialización en la vida. La labor de los científicos no concluye con la formulación de la nueva idea. Extenderla y hacerla social y culturalmente dominante es parte de su compromiso social actual. Al abandonar las estra-

tegias de "reparación" del daño causado al ambiente y dirigir la atención a la eliminación del modelo de relación con la naturaleza, se ha planteado la necesidad de un nuevo estilo de desarrollo que aborde de modo coherente las dimensiones económica, social y ambiental, o lo que es lo mismo, un desarrollo que satisfaga las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. La idea científica del desarrollo sostenible vulnera el fundamento espiritual del capitalismo.

Está claro que las barreras económicas, financieras, políticas y hasta militares son enormes. Para lograr el desarrollo sostenible es necesario, entre otras cosas: dar solución a las contradicciones Norte-Sur; diseñar y poner en práctica políticas nacionales bien definidas; y poseer conocimientos científicos. Pero, se levanta en el horizonte una barrera que va más allá de los intereses inmediatos y las coyunturas político-sociales favorables o desfavorables a un proyecto concreto. La barrera cultural se eleva por encima de las demás, pues les sirve de fundamento en el pasado y se constituye en argumento de imposibilidad en el presente. Ella puede hacer fracasar todo el intento, aun cuando se traten de superar los obstáculos materiales y exista voluntad política para hacerlo a nivel de una sociedad en su totalidad.

El cambio de la estrategia de diseñar tecnologías costosas de tratamiento de residuales industriales y agrícolas a la estrategia de producción ecológica y desarrollo sostenible necesita de la participación política de los científicos, es decir, de su influencia en la toma de decisiones acerca del nuevo diseño estratégico de las relaciones con la naturaleza, tanto en el plano técnico, como en el social. En particular, su participación en la

labor educativa dirigida a formar conciencia del problema ambiental y de la necesidad de un cambio en el fundamento ético de nuestro modo material de relación con la naturaleza.

La ciencia moderna, y en especial la revolución científico-técnica, ha puesto en manos del hombre recursos de destrucción inimaginables. Para solucionar el problema del ambiente es necesario dotar la tecnología de una nueva eticidad, donde la relación con la naturaleza se plantee de un modo distinto. Nuestro modo actual de relacionarnos con la naturaleza constituye una extrapolación de los modos de actuar inherentes a los patrones culturales de un tipo histórico de sociedad; queda abierta la cuestión de si en realidad podemos resolver el problema técnico sin dar solución al asunto de la intención y, por último, si es posible solucionarlo sin enfrentar el problema de la humanización de la sociedad no humana. Es un grupo de problemas estrechamente unidos y es posible que estemos ante un clásico ardid de la historia. El problema del ambiente pone a la orden del día la cuestión de la sociedad explotadora y su omnipresencia cultural, su racionalidad. La racionalidad de la lógica del beneficio inmediato a toda costa.

La racionalidad capitalista es la racionalidad del funcionamiento económico actual. No hay compromiso con el futuro y el problema ambiental no puede ser resuelto sin tal compromiso, pues en la medida en que el deterioro se hace presente es irreversible y el problema en sí se torna insoluble.

Mas, el problema del ambiente no es el problema político de construir un orden social mejor. Si hay que superar la lógica y la racionalidad capitalistas es porque no hay solución sin cambio de mentalidad. La comuni-

dad científica puede influir de forma decisiva en la maduración de ese cambio a nivel cultural.

La presencia de problemas ambientales igualmente graves sin importar el régimen social muestra hasta qué punto la racionalidad capitalista se ha hecho cultura y no podemos escapar de ella por el sólo hecho de intentar un desenvolvimiento económico distinto.

Dos factores identifican la situación cubana actual: la crisis económica y la búsqueda de un reordenamiento político y económico que posibilite la superación de la crisis. A partir de ellos concebimos el papel de la comunidad científica atendiendo a:

Primero: las cuestiones directamente vinculadas con la problemática técnica y tecnológica, es decir, con la necesidad de conocimiento.

La crisis económica afecta todos los sectores de la economía nacional y gravita de manera directa en la disminución del nivel de vida de la población. Resulta extraordinariamente difícil romper el círculo vicioso del subdesarrollo, la pobreza y el deterioro ambiental. Fenómenos de pobreza emergentes imponen una dinámica económica individual y social que se soluciona en detrimento del ambiente. Por ejemplo, la Agenda 21 en Cuba está adecuada a nivel territorial, lo que muestra voluntad política para poner en práctica los acuerdos firmados; pero, si revisamos su contenido temático se hace evidente la presencia de situaciones de deterioro nuevas en cada punto. Así, la búsqueda de una energética sostenible y la conservación de la diversidad biológica contrastan con el empleo industrial de combustibles fósiles nacionales altamente contaminantes por sus características físico-químicas y la utilización doméstica de formas de obtención de energía muy erosivas para el ecosistema por ejemplo, el empleo de la madera como combustible;

la gestión racional de los desechos sólidos y la protección de la salud a la que se dedican grandes esfuerzos materiales y espirituales conviven con la proliferación de vectores —debido a los rigores de la economía que hacen imposible acceder a los medios tradicionales de control y hasta de gestión tradicional de desechos urbanos— que traen consigo la posibilidad de reaparición de brotes epidémicos propios de la pobreza; la estrategia del desarrollo agrícola y rural sostenibles contrasta con la crisis y la estructura económicas de una agricultura altamente tecnificada y dependiente de tecnologías contaminantes y mercados externos; la lucha contra la deforestación y los ambiciosos planes de repoblación forestal conviven con el empleo del bosque con fines energéticos y la presencia de estrategias económicas y políticas de reforestación no siempre adecuadas; la intención de desarrollar producciones limpias en la industria y el comercio tiene ante sí la necesidad de asimilar tecnologías inadecuadas, pero imprescindibles para sobrevivir; la labor sistemática de educación, capacitación y toma de conciencia tiene que enfrentarse con las limitaciones de comunicación y acceso a diversos grupos sociales que la crisis económica impone. La labor de los científicos en esta dirección es de inestimable valor.

Segundo: el nivel de desarrollo alcanzado por el país y su entrada en una problemática ecológica y de salud nuevas.

La comunidad científica cubana tiene el deber de estar alerta, pues, según muestran estudios realizados, Cuba se encuentra traspasando un nivel de desarrollo socioeconómico crítico para la cuestión ambiental.

Se ha establecido que en la medida que se incrementa el desarrollo económico sin proteger el ambiente, los

problemas de salud cambian su naturaleza, reordenándose las prioridades. Así, en los países de mayor desarrollo la evolución de la situación de salud muestra un desplazamiento en las prioridades hacia el predominio de los problemas originados por la presencia en el medio ambiente de productos químicos y sustancias tóxicas a que el hombre se encuentra expuesto, como resultado de las tecnologías difundidas en las actividades productivas.

Según se reporta en la literatura, (10, 13) Cuba se encuentra hoy en el segundo nivel de prioridades de salud, lo cual hace necesario una estrategia definida que apunte hacia la solución del problema ambiental, como problema de ecología del hombre.

Tercero: las soluciones económicas y políticas que al cambiar las estructuras sociales posibilitan la aparición de sectores económicos emergentes y portadores nuevos de una vieja racionalidad.

Los nuevos sectores emergentes en la economía representan intereses nuevos que no necesariamente aceptarán la nueva perspectiva ecológica.

Aun en las condiciones de homogeneidad y propiedad estatal dirigida de forma centralizada, los diversos sectores de dirección y ejecución de la actividad económica respondían de modo diverso a las líneas políticas trazadas. Por ejemplo, un estudio realizado por la Asamblea Nacional del Poder Popular a fines de la década de los 80 acerca de los problemas vinculados con la necesidad de crear una cultura de respeto a la ley reflejaba, en una encuesta realizada entre el personal de dirección de diferentes empresas, que ante la disyuntiva cumplir el plan de producción o violar la ley un número significativo de funcionarios administrativos reconoció que cumpliría el plan productivo a toda costa.

La heterogeneidad económica que introducen la descentralización estatal y la presencia de diversas formas de propiedad hacen necesario un trabajo más intenso del Estado y el resto de la sociedad para contrarrestar las tendencias favorables a sacrificar el ambiente en aras del éxito económico. La comunidad científica debe desempeñar en esta dirección una labor social importante.

Conclusión

- La comunidad científica desempeña un papel irregular y heterogéneo en la formulación de las políticas públicas de medio ambiente en Cuba.
- Las vías para la participación de la comunidad científica en la formulación de políticas públicas en Cuba revisten un carácter irregular, informal, que impide una corroboración inmediata del reflejo de diversos intereses grupales en ella y un funcionamiento más efectivo del sistema político.
- El sistema político cubano necesita, dada su lógica interna de desarrollo, una participación más directa de la comunidad científica en la formulación de las políticas públicas, en particular, la de medio ambiente.
- En las condiciones de las transformaciones económicas actuales, cuando aparece un sector pujante y en fortalecimiento de economía descentralizada y mixta, los intereses emergentes pueden provocar nuevas manifestaciones de la conocida contradicción entre los intereses sectoriales e individuales y los intereses sociales, en particular, la contraposición entre la necesidad de éxito económico a costa del deterioro ambiental.

- La comunidad científica mediante sus organizaciones, como parte de la sociedad civil, puede constituirse en uno de los factores condicionantes de una solución ecológicamente viable.
- El reto actual del período especial se traduce en empobrecimiento real y búsqueda de alternativas de desarrollo socioeconómico. Condiciones que coinciden con el arribo al umbral de problemas ambientales nuevos a nivel nacional. La comunidad científica tiene un importante papel que desempeñar en la búsqueda de soluciones desde el punto de vista educativo y participativo.
- El papel de la comunidad científica es superior a su capacidad estrictamente técnica por su potencialidad como parte de la sociedad civil y grupo social interesado en promover un modo nuevo de plantear las relaciones sociedad-naturaleza, distinto del legado cultural capitalista.

BIBLIOGRAFÍA

1. BENTON, TED (ed): *The Greening of Marxism*, The Guilford Press, Nueva York-Londres, 1996.
2. BROWN, LESTER y CRISTOPHER FLAVIN: "China versus Estados Unidos", en revista *World Watch*, no. 1, Worldwatch Institute, Washington, octubre-noviembre de 1996.
3. *Capitalism Nature Socialism. A Journal of Socialist Ecology*, vol. 7 (2), Santa Cruz, California, junio de 1996.
4. CLARKE, G.: *Elementos de ecología*, Edición Revolucionaria, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1961.

5. FRENCH, HILLARY y DE AYRES: "La revolución del frigorífico. ¿Por qué esperar si podemos ahora?", en revista *World Watch*, no. 1, Worldwatch Institute, Washington, octubre-noviembre de 1996.
6. JAULA BOTET, JOSÉ ALBERTO: *Algunos problemas sociales de la protección del medio ambiente durante el período especial cubano a través del prisma de Agenda 21*, 1995 (inédito).
7. LIMIA DAVID, MIGUEL: "El sistema político cubano", en *Lecciones de la construcción del socialismo y la contemporaneidad*, Dirección de Marxismo Leninismo del Ministerio de Educación Superior, La Habana, 1991.
8. MACAULEY, DAVID: *Minding Nature. The Philosophers of Ecology*, The Guildford Press, Nueva York-Londres, 1996.
9. Ministerio de Agricultura: *Proyecto de política forestal*, La Habana, 1990.
10. ORDÚÑEZ, P. O. y OTROS: *Marcadores múltiples de riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles*, Instituto Superior de Ciencias Médicas, La Habana, 1993.
11. PARKINS, S.: *Power and Green Politics*, Resurgence, Londres, 1991.
12. PEPPER, DAVID: *Eco-socialism. From Deep Ecology to Social Justice*, Routledge, Londres-Nueva York, 1993.
13. RODRÍGUEZ FUENTES, ALICIA: *El Jardín Botánico Nacional de Cuba: una herramienta en la educación ambiental de la población*, 1995 (inédito).
14. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, JESÚS: *La revolución científico-técnica, su influencia en el desarrollo forestal y su impacto social en Cuba*, Estación Experimental

- Forestal de Pinar del Río, Pinar del Río, 1995 (inédito).
15. Worldwatch Institute: *La situación del mundo, 1992. Un informe sobre desarrollo y medio ambiente*, Editorial Apóstrofe-uhem, Barcelona. 1992.
 16. ———: *Vital Signs 1994*, W. W. Norton & Company, Nueva York-Londres, 1994.
 17. ———: *Vital Signs 1995*, W. W. Norton & Company, Nueva York-Londres, 1995.
 18. ———: *Vital Signs 1996*, W. W. Norton & Company, Nueva York-Londres, 1996.
 19. ———: *Vital Signs 1997*, W. W. Norton & Company, Nueva York-Londres 1997.
 20. ———: *Vital Signs 1998*, W. W. Norton & Company, Nueva York-Londres, 1998.
 21. ———: *State of the World. Millennial Edition. 1999*, W. W. Norton & Company, Nueva York-Londres, 1999.

¿ES NEUTRAL LA TECNOLOGÍA?

Marcela González Pérez

Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”

Uno de los problemas presente en el análisis del fenómeno del desarrollo tecnológico es el referido a si la tecnología posee un carácter neutral, fuera de una proyección axiológica, o en otras palabras, si está por encima de toda regulación moral, por encima del bien y del mal.

Para iniciar este análisis partimos de la concepción de que la tecnología es la manifestación contemporánea de la técnica que, como explicara Marx en, *El Capital*, surge unida a la gran industria y como resultado del desarrollo del capitalismo, (6) pero que, en definitiva, es una consecución del proceso ascendente de la técnica. Por lo tanto, debe abordarse con la misma lógica tomando, como conceptos esenciales la *técnica* —conjunto de medios y objetos de trabajo creados y aprovechados por el hombre en determinado momento histórico de la producción, sobre la base del conocimiento de las leyes de la naturaleza, para la satisfacción de las necesidades materiales y espirituales— y la *tecnología* —resultados del progreso tecnocientífico en su forma material e inmaterial, lo cual contempla todo el universo de lo técnico: los conocimientos, las normas, los objetos, los métodos, la fundamentación, etcétera—. (1) Es decir, la diferencia fundamental entre técnica y tecnología está en que la tecnología utiliza los fundamentos que aportan las ciencias; en ella se presenta la unidad de la teoría y la práctica, lo cual se manifiesta en la aplicación de la ciencia a la producción y los servicios. Mientras que la técnica no necesitó de la ciencia para su aparición y

desarrollo y se caracterizó por su nivel empírico; la tecnología necesita del método intelectual para desarrollarse. Sin embargo, tanto en la técnica, desde sus orígenes, como en su manifestación en la tecnología se observa un componente humano y una función social esencial para la existencia del hombre.

Marx aborda esta cuestión cuando señala: "La tecnología nos descubre la actitud del hombre ante la naturaleza, el proceso directo de producción de su vida, y, por tanto, de las condiciones de su vida social y de las ideas y representaciones espirituales que de ellos se derivan". (6, 325)

Es necesario tener en cuenta que en todo proceso de creación el hombre materializa su experiencia, su sentido de la vida, su proyección futura; pero, además, en el objeto creado se concretan los propósitos y motivaciones de quien lo crea y a esto no escapa la creación en la tecnología. Lo creado representa la trascendencia del individuo, de ahí su carácter comprometido.

A lo largo del siglo XX se han manifestado distintas tendencias en relación con el problema de la neutralidad en la tecnología. Debe considerarse el criterio del profesor carioca de Ética, Leonardo Boff, cuando señala que en el contexto de la posmodernidad —fenómeno que aparece con la crisis de la modernidad— se pueden observar dos vertientes fundamentales: una, como ruptura de la modernidad que reconoce el valor de todas las cosas y su derecho a existir en armonía; y otra, como realización final de la modernidad. Esta última está detrás de la valoración de muchos autores que plantean la neutralidad de la tecnología. Al ver en la posmodernidad la realización completa de la modernidad, se plantea un individuo que goza de plena libertad y de posibilidades ilimitadas de elección, que establece su

propio sistema de valores en el que nada es prohibitivo ni normativo. (3)

El paradigma moral de esta posición está en una ética subjetivista en lo que sólo vale el sujeto y sus intereses, el deber ser se orienta hacia la individualización extrema; lo que importa es la satisfacción de las necesidades individuales, dándole las espaldas a las necesidades e intereses de otros, que, a su vez, lucharán por las suyas propias, en fin, una jauría de lobos.

Resulta muy difícil comprender cómo se comporta una sociedad donde cada uno establece su propio sistema de valores —quedando fuera de la influencia el sistema objetivo reconocido a nivel social—, pero, además, donde los valores básicos son el pluralismo y la tolerancia. Esto resulta como una trampa que oculta su verdadera esencia, según la cual todos podemos luchar por lo que queremos y creemos, pero tolerándonos, sin prohibiciones ni normativas; no sería más que la anarquía total de la conducta humana. Y entonces, ¿dónde está el bien y dónde el mal? Todo es válido.

Esta posición se evidencia como la moral de una época de crisis que no quiere mirar atrás ni reconocer su historia ni sus tradiciones ni las convicciones que han movido a los hombres, pero en su desesperación tampoco se plantean un paradigma, un modelo, una utopía, porque no confía en el futuro.

Y esta ética, como parte de una ideología y de una cultura, está detrás de muchas de las acciones y de los análisis sobre el desarrollo tecnológico y la relación tecnología-sociedad, apropiándose, incluso, del técnico que lo lleva a cabo. En el artículo citado Boff plantea: "El postmodernismo supone un descompromiso total". (3, 10)

Por su parte, L. Mumford en 1948 señala la idea de que detrás de la técnica hay una ideología. (8, 529) En las concepciones anteriormente explicadas la ideología justifica la acción indiscriminada e ilimitada del técnico por encima del bien y del mal.

Unido a esto, con el progreso científico-técnico, las concepciones científicas han tomado fuerza. Para esta concepción, las normas y valores morales son considerados como irracionales, lo único válido es la creencia en las ciencias. Si tenemos en cuenta la unidad actual entre la ciencia y la tecnología, se explica el traslado de considerar irracional toda idea de valoración y aplicación de normativas morales al desarrollo tecnológico.

La acción de los hombres — y, por lo tanto, el técnico incluido— se produce dentro de determinados límites, los cuales no están dados por las potencialidades —que en el hombre pueden ser ilimitadas en cuanto a su creatividad—, sino que están establecidos por la sociedad con el fin de proteger el bienestar del hombre y promover su dignificación. Así, las posibilidades del técnico en su labor pueden ser ilimitadas, pero él cuenta con un sistema de valores morales que de manera individual orienta y regula su conducta y que está formado por: la experiencia obtenida durante su vida; las influencias educativas en su contexto social e individual; y la influencia del sistema de valores objetivamente reconocido en el ámbito de la comunidad donde vive. Este código propio que forma parte de su identidad le indica hasta dónde puede utilizar esas posibilidades sin afectar los intereses de otros, sin provocar daños inmediatos y mediatos, materiales y espirituales. De este modo se manifiesta su compromiso con la humanidad y, en particular, con la sociedad de la que es parte.

La técnica constituye un elemento de una cultura y, a su vez, una de sus formas de manifestarse, respondiendo a determinada ideología. Queda claro, entonces, que la referida técnica responde a los intereses de una época, de una nación y de una clase social, nada más lejos de la neutralidad. Esta idea es planteada por Marx, al referirse al desarrollo del capitalismo, cuando destaca: “la producción capitalista sólo sabe desarrollar la técnica y la combinación del proceso social de producción socavando al mismo tiempo las dos fuentes originales de toda riqueza: la tierra y el hombre”. (6, 455)

En 1930, L. Mumford señalaba que la técnica existe como un elemento de la cultura humana, la cual “promueve el bien o el mal según que los grupos que la explotan programen el bien o el mal. Y la máquina misma no tiene exigencias ni fines: es el espíritu humano el que tiene exigencias y establece finalidades”. (9, 24)

Asimismo, H. Marcuse se refería a que la racionalidad tecnológica manipula todos los sectores sociales en función del sistema establecido. (2) Para este autor la tecnología de pacificación, la maquinaria productiva de la sociedad, reflejarían las categorías estéticas y se organizarían para el uso pleno de las facultades humanas. Su posición reconoce el papel social que asume la tecnología, al asegurar que ésta pueda orientarse a poner fin a la pobreza y a nivelar los modos de vida para todos, así como desarrollar la creatividad y la imaginación humanas.

Estas ideas dejan claro el carácter valorativo de la técnica y sus fines y nos ayuda a comprender por qué mediante el desarrollo tecnológico se transmiten valores morales. En cada acto de creación está presente la concepción del bien, pues quien lo produce está orien-

tando su acción a un fin que responde a determinados intereses y que está regulado por una concepción deontológica. Claro que esta posición puede estar en concordancia o no con los intereses de otros. La elección en cada paso del proceso tecnológico se convierte en una elección moral en lo cual se pone de manifiesto la responsabilidad del técnico y su sistema de valores morales que lo inducen a actuar.

Si bien la cultura que porta el capitalismo puede provocar consecuencias contradictorias para el desarrollo tecnológico —por una parte, progreso, movimiento revolucionador de las fuerzas productivas, mejoras en las condiciones de trabajo y vida y, por otra, agudización de las contradicciones entre la naturaleza y la sociedad, desempleo y contradicciones entre los propios hombres—, la cultura humanista da una nueva orientación a la tecnología, a partir de su esencia ética que se propone el despliegue de la vida y de los poderes del hombre, donde la mayor virtud es la responsabilidad hacia la existencia de la humanidad plena.

Los objetivos generales que se propone una sociedad son los que orientan el desarrollo científico-técnico y, junto a ellos, los principios morales universales están en la base de todo progreso humano. Así, el poder que ha desarrollado el propio hombre a partir de sus habilidades y sus conocimientos tiene que ser utilizado en un desarrollo pleno que lo eleve en la escala humana. En esencia, la tecnología no puede ser analizada fuera de la cultura y la ideología que la promueve y engendra.

En nuestro contexto latinoamericano y en las condiciones concretas de Cuba, el comandante Ernesto Che Guevara prestó gran atención a este asunto cuando dijo que la técnica es un arma que puede emplearse para “domesticar a los pueblos, y se puede usar al servicio de

los pueblos para liberarlos”. (5, 153) El dirigente revolucionario habla de un técnico comprometido, el cual siente lo que hace y pone pasión en la construcción del país. Y concluye: “detrás de cada técnica hay alguien que la empuña, y ese alguien es una sociedad, y con esa sociedad se está o se está contra ella”. (5, 49)

Este problema del compromiso moral en el desarrollo tecnológico es también preocupación de los ecologistas. Augusto A. Maya critica la posición del tecnólogo que pretende divorciarse de las ciencias sociales e incluso de las ciencias naturales en general; sólo le interesa la ciencia que necesita directamente para su labor. (7)

La posición de este autor es importante porque el tecnólogo necesita una formación integral con carácter humanista en la que la valoración moral de su labor ocupe la función que le corresponde. La responsabilidad del técnico está en su capacidad de responder ante la sociedad por su labor concreta. El mencionado divorcio entre las ciencias naturales, las ciencias sociales y la tecnología implica una aberración de esta última que se encierra en sí misma, buscando resultados sin valorar sus implicaciones. Asimismo, el citado autor plantea la necesidad de desarrollar una tecnología ambiental que logre el equilibrio tecnobiológico o tecnocosistémico sobre la base de una cultura que construya y transforme a la naturaleza mediante el trabajo y en la que esté presente la prudencia en lo moral y la armonía en lo estético.

Según L. Fernández González, los sistemas tecnológicos actúan detectando necesidades, aislándolas, analizándolas, planteándolas para hacerlas efectivas; incluso señala que en su sentido ideal, estudiando sus repercusiones en las personas y en el ecosistema. Esta proposición resulta optimista y presenta una tecnología que porta una visión de la realidad, como fuente de transforma-

ción dispuesta a efectuarse bajo la acción creadora del hombre.

Los grupos de ecologistas plantean a la tecnología la exigencia de velar por el hombre y su ecosistema, batalla que aún está por ganar en la conciencia de muchos individuos.

Es importante destacar que también se esconde una posición de no comprometimiento de la tecnología cuando se presenta con conceptos morales abstractos, normas morales universalistas fuera del contexto histórico que se trate, ajenos a posiciones ideológicas que definen el bien o el mal por encima de las determinaciones concretas de cada época, clase y nación.

No debe dejarse de mencionar el hecho de que con el desarrollo de la tecnología el hombre ha acrecentado sus poderes sobre la naturaleza y el hombre mismo; por ello, su responsabilidad aumenta y junto a esto aumentan las exigencias morales que la sociedad impone. Asimismo, hay ramas de la tecnología que por su implicación inmediata en la integridad física y moral del individuo reciben mayor regulación moral que otras, lo cual no exime al resto de las ramas, aunque sus influencias sean de orden mediato.

En resumen, la ética debe ser el fundamento de todas las acciones (10) y esto no escapa para ser aplicado al desarrollo de la tecnología que se impone en el mundo actual.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARÓ BARÓ, WILDO: *Un modelo para valorar el pensar técnico, en la educación avanzada*, La Habana, 1996 (tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas).
2. BLANKE, HENRY T.: "Domination and Utopia: Marcuse's Discourse on Nature, Psyche and Culture", en *Minding Nature. The Philosophers of Ecology*, The Guilford Press, Nueva York-Londres, 1996.
3. BOFF, LEONARDO: "La posmodernidad y la miseria de la razón liberadora", en *América Libre*, no. 4, Buenos Aires (s/f).
4. GONZÁLEZ REY, FERNANDO y A. MITJÁNS: *La personalidad, su educación y desarrollo*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1989.
5. GUEVARA, ERNESTO: *Ideario político y filosófico del Che*, Editora Política, La Habana, 1991.
6. MARX, CARLOS: *El capital*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1973, t. 1.
7. MAYA, AUGUSTO ANGEL: "La educación ambiental no sólo es ecología", en *Nichos colectivos para la educación ambiental*, Corporación Ecológica y Cultural Penea de Sábila, Colombia, 1996.
8. MUMFORD, LEWIS: *La condición del hombre*, OCEA, Buenos Aires, 1948.
9. ———: *Técnica y civilización*, Alianza Editorial, Madrid, 1971.
10. ZUMBADO JIMÉNEZ, FERNANDO: *En el camino del desarrollo humano*, Dimacofi, Santiago de Chile, 1993.

ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO SOBRE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE: PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS BIBLIOMÉTRICOS

Juan Antonio Araujo Ruíz

Centro Nacional de Investigaciones Científicas

Introducción

Los estudios bibliométricos son de gran utilidad en la etapa inicial de toda investigación, así como en su desarrollo posterior. (2) La revolución experimentada por la industria electrónica en los últimos años ha permitido la introducción masiva de la técnica de computación en prácticamente todas las esferas de la vida moderna. (3, 4, 5) En la actualidad resulta común encontrar en laboratorios, hospitales, centros de investigación, etcétera, microcomputadoras que ponen en manos de los profesionales la posibilidad de procesar rápidamente grandes volúmenes de información.

De modo paralelo a este desarrollo se han ido creando en el mundo grandes sistemas de bases de datos que se ofertan en variados soportes y permiten realizar búsquedas de información sobre diversas temáticas. (6) Para un profesional en estas temáticas es de gran interés poder explotar en su propia microcomputadora bases de datos especializadas en su perfil de trabajo, lo cual le permitiría un acceso instantáneo a la información almacenada en soporte magnético. (1)

Materiales y métodos

Para la realización de la búsqueda bibliográfica se utilizaron los discos ópticos CD-ROM de la Silver Platter

versión 3.11 comprendidos en el período enero de 1992-julio de 1997 de la base de datos AGRÍCOLA. Se empleó el paquete de programas integrado INFORMET, versión 4.0, así como el paquete de bases de datos relacionales Microsoft ACCESS versión 7.0, sobre Windows'95. La microcomputadora utilizada fue una Pentium 133 MHz con disco duro de 1.3 Gbyte con 200 Mbyte de espacio libre de disco. El sistema de bases de datos relacionales empleado para el soporte de la base de datos especializada fue el CDS/ISIS versión 3.7. (9)

Desarrollo

Se hizo una revisión bibliográfica sobre las temáticas de ecología y medio ambiente sin acotamiento alguno, con el objetivo de cubrir la gama más amplia posible sobre estos temas en la base de datos bibliográfica soportada en media óptica (CD-ROM) AGRÍCOLA de Silver Platter en el período enero de 1992-julio de 1997. Se recolectaron un total de 6 516 referencias bibliográficas acerca de las temáticas referidas con anterioridad y después de realizó un análisis estadístico, empleándose el sistema de bases de datos relacionales CDS/ISIS en su versión 3.7 (9) y el paquete de programas INFORMET versión 4.0. (2)

A partir de los registros obtenidos y utilizando los paquetes de programas antes relacionados, se generó una base de datos bibliográfica, la cual es indexada por diferentes técnicas y es soportada en formato CDS/ISIS brindando la posibilidad de búsqueda, más específica, por los diferentes campos que la conforman, como se describe en el Cuadro 1.

CUADRO I

CAMPOS DE LA BASE DE DATOS

No	Campo	Función
1	No. registro	Control
2	Título	Búsqueda
3	Autor	Búsqueda
4	Dirección	Referencia
5	Fuente	Búsqueda
6	Idioma	Búsqueda
7	País	Búsqueda
8	Epígrafes	Búsqueda
9	Resumen	Referencia

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo para la generación automatizada de la base de datos especializada, a partir de una descarga (*downloading*) de registros en formato texto de los diferentes discos ópticos.

En el bloque I se realiza la búsqueda bibliográfica en bases de datos soportadas en discos ópticos, según la estrategia deseada, teniendo en cuenta de que sea tan abarcadora como para dar como resultado un número de artículos grande; éstos ya procesados por el sistema INFORMET generan una base de datos especializada.

En el bloque II el sistema realiza la conversión a formato base de datos propio del Microsoft Access con el objetivo de efectuar cuando se desee el análisis informático automatizado.

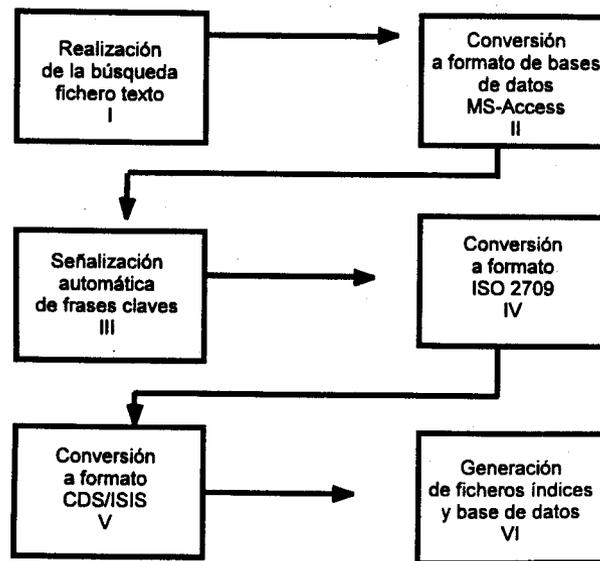
Con la finalidad de que se puedan emplear técnicas avanzadas de indización dentro del sistema de bases de datos relacionales CDS/ISIS, se procede a marcar o delimitar automáticamente las palabras o frases claves que se encuentran presentes en el registro bibliográfico, pero sin delimitar; esto se lleva a cabo en el bloque III.

En los bloques IV y V ocurre la conversión a un formato compatible con el CDS/ISIS (ISO 2709) y después son importados todos los registros hacia una base de datos en ISIS; a continuación en el bloque VI los ficheros índices y auxiliares de la base de datos son generados con el fin de poder efectuar búsquedas en ésta, según un diccionario interno o por frases libres.

Con esto la base de datos queda lista para ser explotada en cualquier microcomputadora que posea el paquete de programas CDS/ISIS.

FIGURA 1

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA GENERACIÓN AUTOMATIZADA BASES DE DATOS



A continuación se presentan los resultados alcanzados después de la aplicación del paquete de programas para el estudio bibliométrico a la base de datos resultante. (7)

Como se observa en el Cuadro 2, existen nueve autores que han publicado más de diez trabajos sobre el tema analizado en un período de cinco años.

En el Cuadro 3 se muestran las fuentes bibliográficas con mayor impacto en esta temática donde las primeras seis fuentes tienen en su haber más de cien trabajos.

CUADRO 2
AUTORES MÁS PRODUCTIVOS.
(total de trabajos = 6 516)

No	Autor	Trabajos
1	Henderson, Z. P.	26
2	Powers, M.	19
3	Bredenkamp, G. J.	17
4	Cowling, R. M.	13
5	Theron, G. K.	12
6	Young, J. A.	12
7	Maarel, E.-van-der	11
8	Van-Rooyen, N.	11
9	Wilson, J. B.	11
10	Baskin, C. C.	11
11	Baskin, J. M.	10
12	Richardson, D. M.	10
13	Weaver, T.	10
14	Bergeron, Y.	9
15	Bowman, D. M. J. S	9
16	Ehleringer, J. R.	9
17	Lugo, A. E.	9
18	Bazzaz, F. A.	8
19	Coupland, R. T.	8
20	Frank, J. H.	8

CUADRO 3
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS MÁS IMPORTANTES
(total de trabajos = 6 516)

No.	Fuente	Trabajos
1	Journal of Vegetation Science	242
2	Journal of Ecology	179
3	Ecosystems World	149
4	Ecological Studies & Analytical Synthesis	129
5	Ecology	129
6	Washington Smithsonian Institution Press	110
7	Soil Biology & Biochemistry	100
8	Ecological Publication of the Ecology Society of American	90
9	Genetic Techniques Repetition International	73
10	Biotropica	70
11	Genetic Techniques Repetition International	69
12	Functional Ecology	51
13	South African Journal of Botany	49
14	Journal of Tropical Ecology	47
15	Advances Desert Arid Land Technology Development	46
16	Ecological Studies	46
17	American Midland Naturalist	45

Con la explosión de modo cada vez rápido de la información se hace mucho más difícil su búsqueda debido a las diferentes formas en que ésta se encuentra indexada y a su no-estandarización. (8) Es por ello que una de las formas más utilizadas es la búsqueda por palabras claves o descriptores que definan con más o menos amplitud una determinada temática. En el Cuadro 4 se muestran los descriptores más utilizados en la indexación de la base de datos.

CUADRO 4
DESCRIPTORES MÁS UTILIZADOS
(total de epígrafes = 46 446)

No.	Epígrafe	Cantidad
1	Plant-ecology	1 131
2	Forest-ecology	784
3	Community-ecology	627
4	Ecology	617
5	Plant-communities	513
6	Botanical-composition	360
7	Habitats	334
8	Geographical-distribution	304
9	Species-diversity	293
10	Ecosystems	268
11	Population-ecology	266
12	Plant-succession	256
13	Environmental-factors	208
14	Vegetation	206
15	Fire-ecology	194
16	Spatial-distribution	181
17	Plant-morphology	176
18	Population-dynamics	172
19	Taxonomy	165
20	Plant-competition	154
21	Forest-trees	141
22	Species	133
23	Population-density	117
24	Survival	117
25	Flora	116
26	Tropical-rain-forests	113
27	Tropical-forests	112
28	Forest	111
29	Fire-effects	107
30	Site-factors	107
31	Grasslands	103
32	Mathematical-models	103
33	Landscape-ecology	102
34	Seasonal-variation	101
35	Evolution	100

Como se muestra en el Cuadro 5, los dos primeros países —ambos de habla inglesa— son los que poseen la abrumadora mayoría de publicaciones en esta esfera. Esto lo confirma el Cuadro 6 en la distribución por idiomas; en el que el inglés es el predominante.

CUADRO 5
PAÍSES QUE MÁS PUBLICAN
EN LAS TEMÁTICAS ANALIZADAS
(total de trabajos = 6 516)

No.	País	Trabajos
1	Estados Unidos	2 005
2	Inglaterra	1 200
3	Alemania	360
4	Canadá	345
5	Holanda	163
6	Australia	112
7	India	89
8	Suecia	82
9	Francia	65
10	Suiza	41
11	México	36
12	Japón	21
13	Kenia	21
14	Italia	17
15	Dinamarca	16
16	República Popular China	13
17	Filipinas	13
18	Perú	12
19	Suráfrica	12
20	Tailandia	10
21	No reportado	1 698
22	Otros países	185

CUADRO 6
DISTRIBUCIÓN IDIOMÁTICA
(total de trabajos = 6 516)

No.	Idioma	Trabajos
1	Inglés	5 622
2	Alemán	305
3	Español	89
4	Francés	51
5	Ruso	46
6	Portugués	10
7	Italiano	7
8	Chino	6
9	Japonés	6
10	Rumano	3
11	Indonesio	3
12	Polaco	3
13	Sueco	2
14	Eslovaco	2
15	Estoniano	2
16	Otros	360

Conclusión

Se generó una base de datos sobre las temáticas de ecología y medio ambiente indizada por palabras claves, autores, fuentes y frases claves dentro del título, con la cual se pueden realizar búsquedas bibliográficas más específicas dentro de la temática dada, por casi la totalidad de sus campos. Del análisis bibliométrico se pudo evaluar el núcleo básico de publicaciones en estas temáticas, los autores y países más productivos, la distribución idiomática de los artículos publicados, así como los descriptores más empleados.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARAUJO RUÍZ, P. A. y R. GRÁ RÍOS: "Desarrollo de un paquete de programas para la generación automatizada de bases de datos especializadas", en *Actualidades de la Información Científico-Técnica*, 6 (143), IDICT, La Habana, 1988, p. 35.
2. ———: "Sistema para el análisis informétrico automatizado", en *Actualidades de la Información Científico-Técnica*, 1(150), IDICT, La Habana, 1990, p. 99.
3. BOLAÑOS, J.: "Curso práctico de Internet" en *Giga*, 1, COPEXTEL, La Habana, 1997, p. 38.
4. FRANCE, F. H. R.: "Control and Use of Health Information", en *International Journal of Bio-Medical Computing*, vol. 43, nos. 1-2, Wiley, Weinkein, 1996, p. 38.
5. KROL, E.: *Conéctate al mundo de Internet. Guía y catálogo*, MES, La Habana, 1995.
6. LEVNER, M. V.: *CD-Rom and their Usability for Libraries and Information Service*, 45 Conferencia y Congreso FID'90, La Habana, 13-22 de septiembre de 1990.
7. MONTALVO, S. y J. A. ARAUJO RUÍZ: "Sulfur Compounds in Anaerobic Waste Water Treatment", en *Revista CNIC Ciencias Biológicas*, vol. 26, nos. 1-3, CNIC, La Habana, 1995, p. 24.
8. RODRÍGUEZ DÍAZ, I.: *Reflexiones sobre los servicios de información en salud ambiental en el SNICM. Una mirada a las bases de datos soportadas en CD-ROM*, Congreso Internacional de Información INFO'93, Palacio de las Convenciones, La Habana, 3-7 de mayo de 1993.
9. UNESCO: *CD/SIS (Mini-Micro version, Reléase 2.3)*, MES, La Habana, 1989.

ECOLOGÍA Y SALUD

LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA COMO PROBLEMA DE ECOLOGÍA DEL HOMBRE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD

Herio de Jesús Toledo Vilá

Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri"

El hombre vive en constante relación con el medio que lo rodea y del resultado de ese equilibrio dependen los estados de salud o enfermedad.

Son diversos e incontables los elementos del medio que de manera constante interactúan y agreden al hombre. Entre los factores del ambiente físico a los cuales los seres humanos se encuentran ampliamente expuestos tienen gran importancia los de carácter atmosférico y de contaminación ambiental, porque, entre otras cosas, mediante el proceso de la respiración se establece una relación directa entre diversos agentes físicos y químicos en el interior del organismo y, en lo fundamental, sobre las vías y órganos respiratorios.

El estudio de los efectos de la contaminación atmosférica sobre pacientes asmáticos estudiados durante 30 años arrojó que uno de cada tres pacientes (33 %) sufren de ataques o crisis de asma cuando aumenta la contaminación atmosférica. (16, 31)

En Cuba existe una alta prevalencia de asma bronquial: 8,5 % para las zonas urbanas; 7,5 % para las zonas rurales; y 8,2 % para la población total. (33). Además, el 13,6 % de todas las urgencias en hospitales de adultos y el 5,5 % en hospitales pediátricos correspondieron al asma bronquial, (32) según estudio realizado por Rodríguez De La Vega.

En nuestro país la tasa de mortalidad por asma bronquial mantuvo niveles poco variables entre 1945 y 1949 (uno por 100 000 habitantes); pero, a partir de 1950 se aprecia un aumento progresivo: en 1973 fue de 3,5, lo cual representó un incremento del 350 %.

El factor de contaminación atmosférica por emisiones industriales ocasiona una influencia marcada sobre la mortalidad infantil en general; éste ocupa el cuarto lugar después de indicadores, como el nivel de escolaridad de la madre, el tipo de alimentación y las condiciones de vivienda. Se señala que en esas zonas los niños tienen mayores y más frecuentes episodios de bronquitis, rinitis, tos y flemas con decrecimiento del pico del flujo respiratorio. (31)

El doctor Jerzy Leowsky, de la Organización Mundial de la Salud (OMS), analizó las estadísticas mundiales y encontró que aproximadamente 15 millones de niños mueren anualmente; de ellos, 4 millones por infecciones respiratorias agudas (IRA) de las cuales dos tercios ocurrieron en menores de un año y más de un 90 % de estas defunciones se registraron en países subdesarrollados. (18)

El número de consultas por esta causa es muy elevado, tanto en países desarrollados, como en los en vías de desarrollo, siendo responsables del 20 % al 40 % de las consultas para niños en servicios externos y del 12 % al 35 % de ingresos de niños en hospitales.

Por todo lo expuesto se han realizado estudios sobre el asma y las IRA en distintas direcciones, como son:

- Identificación de los agentes causales —infeccioso, alérgico, etcétera—.
- Factores del medio que favorecen su aparición o incremento —hacinamiento, ventilación, contaminación, etcétera—.
- Medidas de protección específicas —vacunación, desensibilización, etcétera—.

Son considerables las pérdidas económicas ocasionadas por los enfermos de asma bronquial y de IRA, así como el costo de la atención médica, (9) y el impacto psicológico que estos padecimientos producen en el paciente y sus familiares —sobre todo, en la edad infantil y en el grupo de adultos jóvenes en plena madurez—, por lo que podemos darnos cuenta perfectamente de la importancia que tienen estas enfermedades en nuestro país, donde constituyen un verdadero problema de salud pública. Teniendo en cuenta que: el 40 % de los asmáticos de nuestro país relacionan sus crisis con las diferentes épocas del año, algo más del 30 % con las condiciones invernales, cada persona sufre entre cinco y seis episodios de IRA anualmente y existe una correlación positiva entre la contaminación de la atmósfera con esas entidades nosológicas, nos dimos a la tarea de caracterizar el comportamiento de las variables descritas.

La atmósfera es resultado de los cambios geológicos gestados en la evolución de nuestro planeta, como parte del sistema solar planetario y de la acción continua de los seres vivos. (23) Ella constituye el medio natural donde el hombre desempeña sus actividades y realiza toda su vida existiendo una constante relación de éste con su medio, transformándolo en ocasiones y utilizándolo en su propio beneficio; incluso, a veces sufriendo

el efecto adverso que el medio le impone al actuar negativamente sobre su salud y, en general, en su forma de vida y desarrollo.

Desde las épocas más antiguas el hombre se ha preocupado por diferentes fenómenos naturales y ha tratado de darle una explicación razonable para lo cual ha requerido de muchos años de observación y estudio, pues en su mayoría se trata de fenómenos complejos y disímiles producidos por procesos físicos ocurridos en la atmósfera, los cuales tienen una estrecha relación con los procesos que suceden en las capas superiores del suelo y del agua.

Las variaciones de la temperatura, humedad del aire, lluvias y otros fenómenos atmosféricos, fueron conocidos empíricamente por el hombre desde los tiempos primitivos. En cambio, su observación sistemática comenzó con el desarrollo creciente de las civilizaciones y casi desde el inicio de estas observaciones ya el hombre empezó a preocuparse por la influencia que ejercían estos fenómenos sobre él.

Los primeros frutos científicos de estas observaciones datan de épocas tan remotas como el año 377 a.n.e., cuando Hipócrates escribe *De las aguas, de los aires y de los lugares*, considerada la primera obra de meteorología médica conocida en el mundo. (38)

Pero, todas las acciones humanas producen una serie de elementos de desecho que contaminan, ya sea el lugar de su trabajo o el medio ambiente habitual, provocando cuando se vierten al aire lo que se conoce como "contaminación atmosférica".

El advenimiento del capitalismo puso por primera vez en el orden del día de la historia de la medicina la necesidad de abordar el estudio de la relación entre el desarrollo social y la salud de las personas, pues fue el

resultado de la conjugación histórico-concreta de una serie de circunstancias económicas, sociales, políticas, sanitarias y científico-técnicas. Así, aparece la Biometeorología, como una rama de la patología ambiental que estudia los efectos de los fenómenos meteorológicos sobre el organismo humano.

A las enfermedades que presentan determinados nexos con estos fenómenos se les denomina "meteorotrópicas". Este término sugiere la existencia de un factor causal meteorológico específico, el cual puede ser considerado al mismo nivel de otros factores que originan enfermedades. El potencial modificativo del tiempo y del clima sobre el curso de una enfermedad resulta de su interacción con la capacidad adaptativa del organismo; si esta última es deficiente, la influencia del tiempo y del clima pueden ser determinantes.

Se debe a L. L. Sinke la primera geografía médica que puso de manifiesto la relación entre el clima; el terreno; las ocupaciones; las causas morales y físicas; y las enfermedades.

La contaminación atmosférica definida como la presencia en el aire de sustancias producidas por la actividad humana en cantidades y concentraciones capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, los animales y las plantas (11) ha sido, al igual que el clima, observada por el hombre desde épocas remotas. Así, en la Roma Imperial se quejaban del oscurecimiento del cielo y lo ennegrecido de sus edificios por la combustión de los fuegos sagrados.

Desde 1306 existía en Inglaterra una disposición que prohibía el uso del carbón de piedra en Londres.

En 1600 se conoce que el azufre contenido en el carbón es el causante de un olor desagradable con manifiesta irritación en la nariz y la garganta.

Como una consecuencia de la industria química después de 1800, comienza a conocerse el ácido clorhídrico, el sulfuro de hidrógeno, el dióxido de nitrógeno y los derivados metálicos —plomo, arsénico, cinc, etcétera—. Pero, hasta 1940, aproximadamente, la palabra “contaminación de la atmósfera” era casi equivalente a humo y dióxido de azufre. (34)

En febrero de 1966, el Ministerio de Salud Pública (MINSAP) convocó a una reunión para crear una comisión que se encargase de estudiar la contaminación atmosférica de la Ciudad de La Habana y su relación con la morbilidad por enfermedades respiratorias agudas. En marzo de 1970 quedó establecida la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire en Cuba con cuarenta y seis estaciones de muestreo continuo —doce en Ciudad de La Habana— distribuidas en dieciséis comunidades y una cobertura de 2 448 500 habitantes que representan el 33% de la población total del país y el 55 % de la población urbana. (5, 6, 20)

En 1974, la Comisión Nacional de Asma del MINSAP elaboró el Programa Nacional de Atención al Asmático y definió entonces esta afección de la manera siguiente: “El asma bronquial es una condición de hiperreactividad bronquial, que ocasiona disnea de grado variable y de carácter reversible como resultado de una marcada reducción de la luz bronquial, circunscrita principalmente, a los bronquios de mediano y pequeño calibre, los cuales se ven afectados por espasmo de los músculos de REISEISSEN, edema de la mucosa e hipersecreción de mucus”. (21, 2)

En 1977, la OMS creó el programa de control de las enfermedades respiratorias agudas, teniendo en cuenta las pérdidas económicas en todas las naciones y la gran cantidad de muertes prematuras por neumonía viral y bacteriana en muchos países en vías de desarrollo.

El asma afecta a más del 10 % de los niños y su prevalencia, severidad y mortalidad se han incrementado en los últimos años. La hipersensibilidad bronquial es la clave del asma, provocando broncoconstricción ante infecciones virales, contaminación atmosférica, humo, aire frío, ejercicios, etcétera.

Laborda Borobia ha hecho referencia a la clasificación del profesor Sulman (17) sobre meteoropatías de las que padecen el 30% de los humanos.

En el *barrunto meteorológico* la ionización de la atmósfera que precede en uno o dos días a un frente frío es capaz de producir en ese tipo de personas sensibles un aumento de serotonina en sangre (Síndrome de FOËHN), lo cual provoca insomnio, irritabilidad, migraña, disnea, así como aumento de serotonina en orina.

En otro tipo de persona meteorolábiles se produce fatiga por agotamiento de las suprarrenales: en el calor por exceso de producción de adrenalina y en el frío por exceso de producción de corticoides. Este agotamiento produce cansancio, depresión, hipotensión y disminución de las catecolaminas.

En ciertos individuos con la función tiroidea lábil, el calor, el frío, la lluvia, etcétera, producen un hipertiroidismo intermitente con taquicardia y aumento de histamina en los líquidos corporales.

A modo de resumen, nos adherimos a lo planteado por Cruz Hernández (7) sobre los factores que se invocan como determinantes y/o influyentes en el asma bronquial, ellos son:

1. Factores predisponentes endógenos en el asma:

a) *herencia y constitución*: rasgos personales y familiares de terreno alérgico;

- b) *inmunidad*: IgE aumentada disminuye globulinas —déficit de IgA y otras—, alteraciones de los linfocitos T y B, así como disfunción tímica;
- c) *sistema nervioso*: bloqueo beta adrenérgico;
- d) *psiquismo*: ansiedad, inseguridad, depresión;
- e) *metabolismo*: calcio disminuido, histamina aumentada; y
- f) otros: características anatómicas del aparato respiratorio, edad, sexo, medio social, etcétera.

2. Factores ambientales.

3. Factores etiológicos —causales o desencadenantes específicos—.

Si bien todos estos factores influyen ninguno se erige como rector en la multicausalidad del asma. El pensamiento puramente científico reduce el campo visual del especialista a una esfera limitada del objeto concreto de investigación, sin darle la posibilidad de levantarse por encima de este objeto para percibir sus vínculos con otras esferas especiales del conocimiento. La tarea del conocimiento científico es la transición mental de hechos únicos a lo general y sujeto a ley. (14)

Las IRA son, junto a las diarreas, las causas más frecuentes de enfermedad y muerte en los niños y, además, motivo de pérdida de horas de trabajo en la edad adulta y de defunción en edades avanzadas. (25)

En América el 7 % de las defunciones se deben a estas enfermedades, lo cual visto en su conjunto representa un ligero aumento respecto a la media mundial que se ha estimado en el 6 %. Pero, esta cifra no es igual en todo el continente: América del Norte sólo registra el 3 %; América del Sur informa el 10 %; y América Central alcanza la cifra de 14 %.

Se considera que el 20 % de todas las defunciones registradas en el mundo por IRA ocurren en menores de

15 años, aunque la mayor mortalidad es informada en los menores de un año. (32) Las muertes de niños en América Latina están íntimamente ligadas a enfermedades que dependen, en lo fundamental, de las condiciones sociales, de la alimentación, de la vivienda y de la higiene ambiental. (28)

En mayo de 1979, la XXXII Asamblea Mundial de la Salud aprobó una resolución (WHA 32.33) en la cual se reconocía la prioridad de las enfermedades respiratorias, como problema socioeconómico y de salud pública.

Los principales problemas macroecológicos abordados mundialmente son:

1. Posibles alteraciones del clima en la tierra debido al incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera.
2. Alteración o rompimiento de la capa de ozono debido a la acción de los compuestos organohalogenados (clorofluorocarbonos).
3. Efectos de la lluvia ácida sobre la tierra.
4. Efectos de las radiaciones ionizantes procedentes de las operaciones correspondientes al ciclo de combustible nuclear empleado en las centrales termo-nucleares.
5. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, más conocida como "Conferencia de Río" o "Cumbre de la Tierra", fue la reunión mundial de jefes de estados y de gobiernos dedicada al medio ambiente y el desarrollo, la cual agrupó a ciento setenta y tres países entre el 3 y el 14 de junio de 1992. Allí se expresó: "La tierra es nuestro único hogar y su destino está, literalmente, en nuestras manos". (1, 28)

Pudiera decirse que esta afirmación se convierte en un paradigma nuevo que, de ser aceptado por la ciencia capitalista, debe imprimir un cambio en el estilo del pensamiento científico que conduzca de nuevo a la ciencia a ser un sistema de conocimientos puesto en función del bienestar de la humanidad.

R. E. Munn ha descrito las "islas urbanas de calor", las cuales dan origen a la circulación de vientos locales con aire caliente que se eleva sobre el centro de la ciudad y una corriente compensadora de aire más frío del campo penetra en la zona urbana a niveles bajos. (24) En el caso de ciudades situadas en la costa o en un valle puede haber varias corrientes de aire simultáneas en interacción y es allí donde a menudo se presenta la peor calidad del aire.

Las ciudades afectan el clima en muchas formas. Hay menos viento en la ciudad que en el campo, pero a veces más ráfagas. La precipitación total es ligeramente superior.

La radiación solar (rayos ultravioletas) es reducida por el manto de contaminación urbana. Ella disminuye en un 30% en invierno y en un 50% en verano. Según H. E. Landsberg, existe un pequeño, pero detectable ciclo semanal en el comportamiento de muchos elementos meteorológicos que coinciden con el ciclo semanal de las actividades humanas.

La contaminación de la atmósfera, si alcanza niveles considerables, puede afectar la salud y provocar cuadros clínicos bien definidos. (10) Ésta comprende tres variedades:

1. La contaminación laboral que se presenta en el lugar de trabajo. Ahí se generan las enfermedades profesionales, como las neumoconiosis cuyas variedades son bien conocidas. (15)

2. La contaminación ambiental que se produce por los contaminantes que naturalmente el hombre, en su actividad diaria, vierte a la atmósfera. (22, 39)
3. La contaminación individual debida al tabaquismo que, como es bien sabido, tiene íntima relación con la bronquitis crónica y el enfisema pulmonar, así como con la variedad epidermoide del carcinoma bronquiogénico.

En la Agenda 21 figuran recomendaciones para mejorar la eficacia en materia de energía, utilizando tecnologías y fuentes de energía renovables más limpias desde el punto de vista ambiental y estableciendo una transición hacia la aplicación de prácticas sostenibles.

En la Convención General sobre los Cambios Climáticos, firmada en la Cumbre de la Tierra, figuran disposiciones para la inmediata entrada en vigor de una obligación jurídica en cuanto a la utilización de la energía en relación con la atmósfera. El propósito de esta Convención es reducir las emisiones de gases de invernadero. La Comunidad Europea, Japón y casi todos los miembros del Grupo de los 77, integrado por países en desarrollo, son partidarios de una limitación en cuanto a la cantidad de anhídrido carbónico —el principal gas con efecto invernadero— que se libera a la atmósfera de manera que para el 2000 su volumen no exceda la cantidad producida en 1990.

Los Estados Unidos y algunos países productores de petróleo se oponen a este objetivo o a la fijación de cualquier tipo de límite. En cambio son partidarios de la adopción de medidas voluntarias para limitar las emisiones de gases con efecto invernadero.

Son costosas las medidas para erradicar la pobreza que conduce a la práctica de degradación del medio ambiente, como la quema de los bosques o selvas con

el objetivo de abrir tierras para la agricultura de subsistencia. (1)

Al hacernos eco del esfuerzo que en Cuba se realiza en ese sentido, (8) decidimos efectuar un estudio descriptivo prospectivo en el que tratáramos de identificar la asociación existente entre las notificaciones por asma bronquial, las IRA, las condiciones meteorológicas y la contaminación atmosférica. Esto nos permitiría acercarnos a la definición de algunos predictores (12,19) cuyo procesamiento automatizado pudieran dar oportunamente a las autoridades de salud los elementos relacionados con la morbilidad esperada en los cuerpos de guardia para actuar en consecuencia, de manera que se reduzca la contaminación, se eduque a la población y se garantice en todas las unidades la atención necesaria a los habitantes que de modo irremediable necesiten nuestros servicios y así reducir la mortalidad por esas causas, como objetivo supremo del Programa Nacional de Atención al Asmático y el Programa Nacional de Prevención y Control de las IRA.

Conclusión

El asma bronquial en Cuba tiene una prevalencia del 8,2 % de la población total; de ellos, el 40 % relacionan sus crisis con las diferentes épocas del año y algo más del 30 % con las condiciones invernales; el 33 % sufren de ataques o crisis cuando aumenta la contaminación atmosférica.

Las IRA que ocupan el cuarto lugar mundialmente en la mortalidad infantil —después de indicadores, como: nivel de escolaridad de la madre, tipo de alimentación y condiciones de vivienda— causan 4 millones de muertes infantiles en el mundo cada año, representan del 20 % al

40 % de las consultas médicas para niños y entre el 12 % y el 35 % de los ingresos de niños en hospitales; cada persona sufre entre cinco y seis episodios de IRA anualmente.

Los problemas macroecológicos se abordan a nivel mundial en foros tan importantes, como la Cumbre de la Tierra.

La Asamblea Mundial de la Salud prioriza a las IRA, como problema socioeconómico y de salud pública.

La geografía médica pone de manifiesto la relación entre el clima, el terreno, las ocupaciones, las causas morales y físicas y las enfermedades.

Es considerable el impacto psicológico que estas enfermedades producen en el paciente y sus familiares, sobre todo en la edad infantil y en el grupo de adultos jóvenes en plena madurez.

Todo ello nos hace pensar que en la multicausalidad de estas enfermedades hay un grupo reducido de ellas que están dentro de las posibilidades de ser modificadas mediante acciones de promoción y prevención, lideradas por la organización de salud y con la participación de otros sectores de la economía y de la sociedad, pues son conocidas sus causas y sus efectos y las formas de intervenir están dentro del perfil de trabajo de la salud pública.

Más, la mayoría de las causas que dan lugar a las crisis agudas de asma bronquial y a los episodios de IRA dependen del medio y del lugar donde se asientan las poblaciones o los seres humanos. También están estrechamente relacionadas con las actividades humanas que empeoran el medio ambiente y la atmósfera donde vive el hombre, agravando el efecto que el medio ambiente natural pudiera ejercer sobre ellas. Pero, estas actividades humanas muchas veces se realizan de manera anár-

quica, por desconocimiento o intereses económicos de personas, empresas o países que no tienen en cuenta la afectación que producen en los asentamientos humanos o enmascaran de modo deliberado ese daño. Estas son contradicciones que escapan al control de la salud pública y entran en el terreno político y social, donde son las comunidades y la sociedad quienes deben abordar la solución de problemas tan complejos, como es la contaminación atmosférica.

Escuchamos esperanzados los pronunciamientos de la Asamblea Mundial de la Salud y de la Agenda 21 firmada en la Cumbre de la Tierra, pues de no detenerse el deterioro —macroecológico, de la tierra y de la atmósfera— se pondrá en peligro la propia existencia del género humano.

Resta ahora a los países tomar medidas concretas y subordinar los intereses económicos a los intereses sociales. Le corresponde a la ciencia imprimir un cambio en el pensamiento científico, de manera tal que la ciencia vuelva a ser un sistema de conocimientos para el bien de la humanidad.

La revolución científico-técnica debe brindar alternativas para conservar y mejorar el medio ambiente, para mejorar las condiciones de vida —entiéndase vivienda y alimentación— y para transformar el mundo en beneficio de la vida.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS): *Informe Especial*, vol. XLI (3 y 4), Brasil, julio-diciembre de 1992, pp. 15-39.

2. BASET M.: "A Climate of Change", en *New Zealand Nuos Journal*, (79), 5 mayo de 1896, pp. 1-10.
3. BRITTON, JOHN M. D.: "Seasonal Variation in Bronchial Reactivity in Community Population", en *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 82(1), julio de 1988, pp. 134-139.
4. BUETTNER, K.: *Human Aspects of Bioclimatological. Clasificación in Biometeorology*, Pergamon Press, Londres, 1962, pp. 128-130.
CAME: *Determinaciones unificadas de contaminantes del aire. Países miembros*, CAME, Moscú, 1978.
6. CARREÑO DE CELIS, C.: "Evaluación de la red nacional de vigilancia continua de la contaminación del aire en Cuba", en *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 13(3), Editorial Ciencias Médicas, La Habana, 1976, pp. 255-272.
7. CRUZ HERNÁNDEZ, M.: *Asma bronquial infantil. Tratado de Pediatría*, Publicaciones Médicas Barcelona, Barcelona, t. 1, pp. 866-885.
8. Decreto Ley No. 54, "Disposiciones Sanitarias Básicas de la República de Cuba", La Habana, abril de 1982.
9. DELEGADO, C.: *Gasto de la atención médica por asma en el Hospital Clínico Quirúrgico "Calixto García"* (tesis para optar por el título de Especialista de Primer Grado en Medicina Interna), MINSAP, La Habana, 1988.
10. Dirección de Higiene Industrial: "Medición de la contaminación atmosférica", en *Revista Salud Pública de México*, XI(5), México D.F., 1969.
11. Dirección Nacional de Higiene del MINSAP: *Higiene del medio*, La Habana, 1974, t. 1, pp. 399-410.

12. FAYAD CAMEL, V.: *Estadísticas médicas y de salud pública*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1985.
13. GARCÍA CASTAÑEDA, OLGA MA.: *La mortalidad por asma bronquial y su posible relación con las condiciones ambientales atmosféricas en Ciudad de La Habana, Trienio 1985-1987* (trabajo de terminación de la Residencia, Hospital Clínico Quirúrgico "Calixto García"), La Habana, 1988.
14. GOLOVÁNOV, L. V.: *Todo es armonía en la naturaleza*, Editorial Mir, Moscú, 1982, pp. 9-26.
15. KAHN, H.: "Research Results of Soviet Scientist in some Problems of Occupational Medicine", en *Journal of Work and Environmental Health*, 11 (4), agosto de 1986, pp. 241-248.
16. KHAN, A. V.: "The Role of Air Pollution and Weather Changes in Childhood Asthma", en *Annuary of Allergy*, 1977, pp. 397-400.
17. LABORDA BOROBIA, M. y OTROS: "Biometeorology. Study of the Possible Correlations among Various Meteorological Parameter and Asthmatic Crises", en *Revista Clínica Española*, 168(1), 15 de enero de 1983, pp. 59-61.
18. LEOWSKI, J.: "Mortality from Acute Respiratory Infections in Children under 5 Years of Age: Global Estimates", en *World Health Statistic Quarterly*, 39(2), 1986, pp. 138-144.
19. LÓPEZ PARDO, C.: *Estudio de una enfermedad en espacio y tiempo: conceptos y procedimientos básicos de uso en la epidemiología moderna* (monografía), Instituto Superior de Ciencias Médicas, La Habana, 1988.
20. MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, C. F. y OTROS: "La contaminación del aire en Cuba", en *Revista Cuba, Higiene y Epidemiología*, 17(1), Editorial de Ciencias Médicas, La Habana, enero-abril de 1979, pp. 3-16.
21. MINSAP: *Programa Nacional de Atención al Asmático*, Comisión Nacional de Asma, La Habana, 1979.
22. ———: "Criterios actuales para la evaluación higiénica de la contaminación atmosférica", en *Boletín de Higiene*, 2(1), Editorial INHEM, La Habana, 1982, pp. 5-12.
23. MOLINA GARCÍA, A.: *Contaminantes atmosféricos primarios. Curso básico de toxicología ambiental*, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS/OMS, Quito, pp. 43-97.
24. MUNN, R. E.: *Meteorología de la contaminación atmosférica. Manual de calidad del aire en el medio urbano*, OPS, Washington, pp. 115-145.
25. MURRAY, JOHN: "Enfermedades respiratorias", en *Tratado de Medicina Interna. Cecil*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1984, pp. 1 140-1 148.
26. OMS: "Efectos de la contaminación del aire sobre la salud", en *Crónica de la OMS*, 23(6), OMS, Ginebra, junio de 1969, pp. 281-292.
27. ———: "Colaboración entre la OMS y la OMM en la vigilancia mundial de la contaminación atmosférica", en *Crónica de la OMS*, 32(10), OMS, Ginebra, 1978, pp. 410-413.
28. ONU: *Declaración sobre el establecimiento de un Nuevo Orden Económico Internacional*, Resolución no. 3201 (S-VI). Documentos oficiales. Sexto Período Extraordinario de Sesiones, Suplemento no. 1 (A/9559), Nueva York, 1974, pp. 3-13.
29. ———: *Programa de acción sobre el establecimiento de un Nuevo Orden Económico Internacional*, Resolución 3202 (S-VI). Documentos oficiales.

- Sexto Período Extraordinario de Sesiones, Suplemento no. 1 (A/9559), Nueva York, 1974, pp. 3-13.
30. PACKS, G. y OTROS: *Asthma and Weather*, Editorial Lancet, Londres, 30 de julio de 1983.
 31. PICCOLO, M. C. y OTROS: "Outbreaks of Asthma Attacks and Meteorologic Parameters in Blanca", en *Annuary of Allergy*, 60(2), febrero de 1988, pp. 107-110.
 32. RIVERÓN CORTEGUERA, R. y OTROS: "Mortalidad por enfermedades respiratorias agudas en menores de 15 años en Cuba, desde 1968 hasta 1983", en *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 24(3), Editorial Ciencias Médicas, MINSAP, La Habana, julio-septiembre de 1986, p. 279.
 33. RODRÍGUEZ DE LA VEGA A.: "Estudio de la prevalencia del asma en Cuba", en *Revista de Administración de Salud*, MINSAP, La Habana, 1983, pp. 95-118.
 34. RODRÍGUEZ MURGUÍA, C.: *Contaminación ambiental y asma bronquial; estudio de los casos de asma bronquial en status, ingresados en el Hospital "Calixto García", relacionándolos con los factores climatológicos y contaminantes atmosféricos durante un año* (trabajo de terminación de la Residencia, Hospital Clínico Quirúrgico "Calixto García"), La Habana, 1987.
 35. SUROS, J.: "Enfermedades meteorosensibles", en Pedro Pons: *Tratado de Medicina Interna*, Editorial Salvat, Barcelona, 1975, t. VI, p. 1208.
 36. SUZUKI, S. y OTROS: "Correlation between the Atmospheric Conditions and the Asthmatic Sympton", en *International Journal of Biometeorology*, 32, 1988, pp. 129-133.
 37. TROMP, S. W.: *Medical Biometorology*, Elsevier, Amsterdam, 1983.
 38. VALDÉS MORALES, CARLOS R.: *Relación entre factores ambientales y atmosféricos y ocurrencia de crisis de asma bronquial* (trabajo de terminación de la Residencia, Hospital Clínico Quirúrgico "Calixto García"), La Habana, 1989.
 39. VALENZUELA FUENZATIDA, R.: "Principales problemas ambientales en América Latina", en *Boletín*, 94(4), OPS, Washington, abril de 1983, pp. 410-416.
 40. WEIHE, W. H.: "The Appications of Meteorology in Medical Sciences", en *International Journal of Biometeorology*, 20: 157, 1976.

QUE EL ALIMENTO SEA TU MEDICINA

Pedro Vila Díaz y Ramón Casate Arias

Centro de Neurociencias de Cuba

Centro Nacional de Investigaciones Científicas

No son pocos los pasajes en los cuales interviene nuestra naturaleza que nos dejan un tanto atónitos. Apreciar la armonía entre cada uno de los elementos que forman parte de ella provoca, hasta en el más indiferente de los seres humanos, un grato placer. Ver las variadas adaptaciones de animales y plantas a distintas condiciones nos demuestra su gran capacidad de creación. Nosotros, como parte de ese reino, estamos conectados de manera muy sensible a cada uno de sus seres vivos y somos un ejemplo de ese ingenio, al ser su más íntegra creación. Es realmente contradictorio que, a pesar de estar dotados de un complejo sistema con el cual podemos interactuar con ella de una forma equilibrada y consciente, nuestro afán de poder y egoísmo estén día a día alejándonos de esa inmensa armonía.

¿Por qué nos hemos de quejar de que estamos en peligro de destrucción si no le hemos enseñado a las nuevas generaciones lo que es la vida sana, lo que es el ordenamiento? ¿Será posible llevar una vida realmente saludable si en nuestro comportamiento diario nos separamos de la naturaleza y todo lo que proviene de ella nos parece extraño? ¿Será posible que podamos salvar nuestro planeta si día a día atentamos contra la vida, tanto de los seres humanos que nos rodean, como de nosotros?

Es por ello que se hace necesario aumentar el flujo de información, incrementar la educación desde la cuna, sobre la base del conocimiento del funcionamiento del

cuerpo humano, en aras de llevar una vida más en armonía con las leyes de la naturaleza, más saludable. Cuidar que en todas nuestras actividades tengamos presente la ecología, el medio ambiente. En otras palabras, ser conscientes de que estamos viviendo.

El hombre, centro del problema ecológico, tiene una capacidad natural para mantener siempre un adecuado equilibrio en todas sus funciones vitales, siempre y cuando le demos la dieta correcta, la dieta de calidad. A esto es a lo que se refiere precisamente *la higiene natural*.

La higiene natural es una disciplina cuya historia se remonta a la antigua Grecia. Cuatrocientos años antes de Cristo, Hipócrates enunció con toda precisión su punto de vista, al decir: "En tu alimentación está tu curación". Se trata de un enfoque orientado a entender el efecto que tiene la alimentación sobre la duración y calidad de la vida, el cual se centra en la prevención y en la vida sana. Más que a combatir constantemente los efectos de una continua violación de las leyes naturales, enseña a eliminar la causa de los problemas.

Nuestro cuerpo es un sistema de energía. Los órganos son conjuntos de células cuya frecuencia de vibración es idéntica. Son células que no sólo tienen similitud histológica, sino la misma frecuencia energética. Lo que las mantiene unidas es la homeostasis. Una perturbación en la energía celular es la causa de lo que llamamos "enfermedad". Un equilibrio celular sano y dinámico se mantiene gracias a un aporte de energía que sea equivalente al rendimiento energético. El combustible alimentario alcanza su mayor eficiencia en la forma en que nos lo proporciona la naturaleza, pues la energía proveniente de alimentos naturales en estado puro es la que necesitan los cuerpos naturales en estado puro. Sin embargo, hoy no

predominan en nuestra alimentación los alimentos en su estado natural, sino que la contaminación química, el procesamiento y su desnaturalización están a la orden del día. En la actualidad, es muy común preparar los alimentos con aditivos, conservantes, saborizantes y aromatizantes artificiales o someterlos a procedimientos, como la deshidratación, concentración, congelación y tratamientos con microondas. De ahí que una reeducación del público en lo referente a los hechos de la nutrición alcance una importancia no menor de la que tuvo en su momento el hecho de que Ignaz Semmelweis señalara que los médicos debían lavarse las manos antes de operar o de atender un parto.

La esencia de la higiene natural es la propia capacidad del cuerpo para autodepurarse, autocurarse y automantenerse. La higiene natural se basa en la idea de que todo el poder de curación del universo se encuentra dentro del cuerpo humano, que la naturaleza es siempre correcta y no admite que se le mejore. Por consiguiente, la naturaleza, la cual hay que mantener y proteger, no tiende a desvirtuar ninguna de sus propias operaciones. Sólo tenemos problemas de mala salud, por ejemplo, exceso de peso, dolor y estrés, cuando violamos las leyes naturales de la vida.

El cuerpo tiene incorporados desde el nacimiento los mecanismos de autopreservación necesarios. Estar sanos es nuestro patrimonio natural y violar las leyes de la naturaleza es no estar sano.

Todas nuestras formas de interacción con el medio afectan nuestro bienestar, pero en ninguna otra cuestión de la vida violamos nuestras necesidades biológicas de manera más flagrante que en el de la dieta. Afortunadamente, en muchas publicaciones se está poniendo de manifiesto que la comida que ingerimos, la obesidad y las

enfermedades degenerativas se encuentran mutuamente relacionadas. La incidencia de enfermedades tan letales, como las afecciones cardíacas y el cáncer puede reducirse sólo con que los individuos sepan qué y cómo comer. Desde todos los campos de las profesiones médicas se va aportando cada vez más luz en lo referente al conocimiento de la relación entre alimentación y bienestar. En una carta del doctor norteamericano David Reuben a sus colegas, la cual aparece en su libro *Everything you Always Wanted to Know About Nutrition (Todo lo que usted siempre quiso saber sobre la nutrición)*, plantea que hay una categoría de sustancias cuyo efecto sobre los pacientes es mucho más intenso que los fármacos: la comida; dominio de la medicina descuidado durante la formación médica, durante los internados y durante la residencia debido a las urgencias de la atención médica asistencial.

Según él, ahora se está haciendo evidente en publicaciones médicas de gran prestigio que muchos de los enfermos lo están, específicamente, por causa de lo que comen o de lo que no comen. Expresa, además, que la mayor amenaza a la supervivencia del pueblo norteamericano no está en la guerra nuclear, sino en lo que comen a diario.

En el libro *Dietary Goals for the United States (Objetivos dietéticos para los Estados Unidos)*, preparado por el equipo de la Comisión de Nutrición y Necesidades Humanas del Senado de los Estados Unidos, se expresa: "En cuanto nación, hemos llegado a creer que la medicina y la tecnología médica pueden resolver nuestros principales problemas sanitarios. Durante mucho tiempo, el papel de factores tan importantes como la dieta en el cáncer y las enfermedades cardíacas ha quedado oscurecido por el énfasis que hemos puesto en

la victoria sobre tales enfermedades mediante los milagros de la medicina moderna. Lo que ha estado a la orden del día ha sido el tratamiento, no la prevención”.

Los problemas jamás pueden ser resueltos intensificando simplemente la atención médica. La salud de los individuos y de la población está determinada por diversos factores biológicos, de conducta y ambientales. ¡Ninguno de ellos es más importante que lo que comemos! Y lo que necesitamos para ello es capaz de proporcionarlo la naturaleza. Sólo de esa manera estaremos viendo por la ecología, por la vida. Cuando seamos conscientes de ello, caminaremos en busca de nuestra salvación.

Errores típicos de las dietas actuales. El mito de las proteínas

El tema de las proteínas, en su totalidad, ha sido desproporcionadamente exagerado. Hemos sido condicionados a creer que comer carne es necesario para mantener la salud de las personas. A menudo se ha entendido que la carne es superior debido a que la proteína animal se asemeja mucho más a la del cuerpo humano que las proteínas vegetales. Sin embargo, hay una gran línea de contenido proteico en el alimento vegetariano. Muchos cereales contienen de 8 % a 12 % de proteínas; otros, como la soya tienen un contenido de 40 %, el doble del que se encuentra en la carne —aún el corte más magro de carne para bistec sólo contiene 20 % de proteínas—. Muchas nueces, semillas y legumbres contienen un 30 % de proteínas.

Las proteínas son las sustancias alimenticias más complejas y su asimilación y utilización son de las más complicadas. El alimento que el cuerpo descompone con

más facilidad es la fruta; en el otro extremo de la escala, el más difícil son las proteínas. La ingestión de alimentos proteicos exige más energía que cualquier otro para completar el proceso digestivo. El tiempo promedio para que los alimentos (salvo la fruta) atraviesen en su totalidad el tracto gastrointestinal es de 25 horas a 30 horas aproximadamente. Cuando se come carne, ese tiempo se duplica con creces. Por consiguiente, es lógico que cuanto más proteína animal se come menos energía queda disponible para otras funciones necesarias, como la eliminación de desechos tóxicos.

El cuerpo humano recicla el 70 % de su residuo proteico, sólo pierde aproximadamente 23 g de proteína por día que se eliminan mediante las heces, la orina, el pelo, la descamación de la piel y la transpiración. (9, 13) En los Estados Unidos, por ejemplo, la mayoría de las personas comen muchísimo más que eso (23 g), ya que ingieren proteínas en todas las comidas. En 1982, la dieta proteica media era de al menos 102 g por día de los cuales 70 correspondían a proteínas de origen animal, fundamentalmente ganado vacuno (33 millones de cabezas al año). Se ha calculado —con un margen de seguridad que hace que la cifra casi duplique la necesidad real— que se requieren 56 g de proteína diarios. Consumir más de lo que el cuerpo necesita impone al organismo la pesada carga de tratar de librarse de este exceso: una terrible pérdida de la preciosa energía que tan necesaria es para mantener todos los procesos vitales que ocurren en el organismo.

De hecho, las proteínas no son ni más ni menos importantes que cualquier otro de los constituyentes de los alimentos; aunque nos hayan hecho creer que son las fundamentales, simplemente no es así. Todos ellos desempeñan un papel decisivo para hacer que un alimento

sea lo que es. Los constituyentes de los alimentos que integran una comida típica son siempre los mismos: hay vitaminas, minerales, carbohidratos, ácidos grasos, aminoácidos y muchos componentes más a los que todavía es necesario aislar y dar nombre. Todos se usan en conjunto, sinérgicamente. Darle prioridad a uno solo de ellos por considerarlo más importante que otros es no haber entendido las necesidades biológicas y fisiológicas del organismo.

La proteína no se forma en el cuerpo comiendo proteína. La proteína se forma a partir de los aminoácidos contenidos en los alimentos. El que la proteína se construya a partir de los alimentos proteicos depende de lo bien que sean utilizados los aminoácidos contenidos en esos alimentos. La idea de que se puede comer un trozo de ciervo —o de cerdo o de pollo— y eso se convertirá en proteína en nuestro cuerpo es absurda. La proteína animal no es nada más que eso: proteína animal no proteína humana.

El cuerpo no puede usar ni asimilar las proteínas en su estado natural, tal como se comen. Primero, la proteína debe ser digerida y descompuesta en los aminoácidos que la integran. Entonces, el cuerpo puede usar los aminoácidos para construir la proteína que necesita. El valor fundamental de un alimento proteico reside, pues, en su composición de aminoácidos.

Hay veintitrés aminoácidos diferentes. Todos son esenciales, o de lo contrario, no existirían. De éstos, quince pueden ser producidos por el cuerpo y ocho deben ser derivados de lo que comemos. Sólo a estos ocho se les llama “esenciales”. Si comemos regularmente frutas, verduras, nueces, semillas o brotes estaremos recibiendo todos los aminoácidos indispensables para que el cuerpo construya la proteína que necesita, lo mismo que

los otros mamíferos que al parecer se las arreglan sin comer carne. Cada vez son más las pruebas a favor de que no es necesario ingerir proteínas animales en cada comida ni tan siquiera en un día. (10, 12, 17)

El cuerpo tiene un mecanismo notable que garantiza que algo de tanta importancia, como las proteínas se vaya fabricando con regularidad y eficacia. Es su reserva de aminoácidos.

Provenientes de la digestión de los alimentos que integran la dieta y del reciclaje de los residuos proteicos, el cuerpo tiene todos los aminoácidos en circulación, tanto en el sistema sanguíneo, como en el linfático. Cuando necesita aminoácidos, los obtiene de la sangre o de la linfa. Esta provisión disponible de aminoácidos continuamente en circulación se conoce como “reserva de aminoácidos”. El hígado y las células están continuamente haciendo ingresos y extracciones de aminoácidos, de acuerdo con su concentración en la sangre.

Cuando la cifra de aminoácidos es alta, el hígado los absorbe y los almacena para cuando sean necesarios. A medida que su nivel en la sangre disminuye debido al gasto que hacen las células, el hígado va poniendo otra vez en circulación parte de los aminoácidos almacenados. Las células tienen también la capacidad de almacenar aminoácidos. Si su contenido en la sangre desciende o si algunas otras células necesitan determinados aminoácidos, las células pueden liberar en el torrente circulatorio los que tienen almacenados. Como la mayoría de las células del cuerpo sintetizan más proteínas que las necesarias para mantener la vida, ellas pueden reconvertir sus proteínas en aminoácidos y hacer ingresos en la reserva de aminoácidos —un hecho cuya comprensión es un factor decisivo para entender por qué las proteínas completas no son necesarias en la dieta—. (3, 6, 18)

La tremenda necesidad de proteínas recibió un rudo golpe por obra de la Sociedad Internacional para la Investigación de la Nutrición y la Estadística Vital, compuesta por cuatrocientos doctores en medicina, bioquímica, nutrición y ciencias naturales. En un seminario realizado en Los Ángeles en 1980 se elaboró un informe en el que se expresaba que los cálculos clásicos de exigencias proteicas necesitaban una revisión general. En él se planteaba que la carne, el pescado y los huevos son suplementos de una dieta básica, pero no es necesario consumir diariamente estos alimentos. Con toda seguridad, esas pruebas tienen que ser muy convincentes para que ese grupo haga una declaración semejante a la anterior.

En un estudio realizado por E. S. Nasset, detallado en *World Review of Nutrition and Dietetics*, se expresaba que el cuerpo puede fabricar cualesquiera de los aminoácidos que falten en una comida determinada a partir de sus propias reservas, siempre que la dieta incluya una amplia variedad de alimentos.

T. C. Fry, quien en la década de los 80 fuera decano del American College of Health Science, dictaba cursos en los que enseñaba la teoría de la reserva de aminoácidos. Esta información, la cual ha estado disponible durante más de veinte años, comienza ahora a salir a la luz. La razón principal para que sea cuestionada es que no encaja en el molde de lo que tradicionalmente se ha enseñado. Al parecer, por lo general, una información nueva empieza por ser rechazada. Además de la verificación científica, esta información puede ser comprobada, simplemente, poniéndola en práctica. Los individuos que comen de esta manera durante largas temporadas, e incluso durante toda la vida, NO tienen problemas con las proteínas. Desde el punto de vista de la nutrición, y

pese a toda la propaganda que se haga, hay muy poco que decir en favor de la carne.

Atendamos primero a los asuntos nutritivos de los alimentos cárnicos. Tal como señalamos antes, el requisito primordial de un alimento es, sin lugar a dudas, su valor de combustible en cuanto se relaciona con la energía para uso corporal. Los alimentos cárnicos no hacen aporte alguno de combustible, de energía. El combustible proviene de los carbohidratos y la carne, virtualmente, no los contiene. Las grasas pueden proporcionar energía, pero deben pasar por un proceso digestivo más largo y menos eficaz y sólo pueden ser convertidas en combustible cuando se han agotado las reservas de carbohidratos del cuerpo. Es menester entender que la grasa que se encuentra en el cuerpo no proviene en su totalidad de la ingerida en la dieta. Cuando se consume un exceso de carbohidratos el cuerpo lo convierte en grasa y lo acumula. De esta manera, el cuerpo puede almacenar y usar las grasas, aunque no haya gran cantidad de ellas en la dieta. Los depósitos de grasa pueden considerarse como una especie de banco de carbohidratos donde los ingresos y las extracciones se efectúan a medida que son necesarios. Así, la grasa utilizable depende, en última instancia, de la ingesta de carbohidratos.

Quizás algún lector deportista esté pensando que necesita más proteínas, pues es una persona activa. He aquí un interesante comentario del Departamento de Alimentos y Nutrición de la American Medical Association, publicado en un número de 1978 del *Journal the American Medical Association*: "Para los atletas que siguen una dieta bien equilibrada no tiene utilidad alguna (...) la ingestión de suplementos proteicos. Los atletas necesitan la misma cantidad de proteínas que quienes no lo

son. Las proteínas no aumentan las fuerzas. Es más, con frecuencia se requiere mayor energía para digerir y metabolizar el exceso de proteínas que además en los atletas puede provocar deshidratación, pérdida del apetito y diarreas". (7, 481)

En cuanto a su eficacia como combustible las proteínas son desastrosas y tampoco contribuyen directa ni eficientemente a la actividad muscular. Las proteínas no producen energía, ¿la consumen? Un león que come exclusivamente carne duerme veinte horas por día. Un orangután que come exclusivamente plantas duerme seis.

Es necesario tener en cuenta un punto muy importante: la vitamina B-12. Se supone que si un individuo no come carne terminará por tener una deficiencia de esta vitamina. ¿De dónde la sacan los animales cuya carne comemos? La vitamina B-12 se encuentra en muy pequeñas cantidades en las plantas, pero la forma en que el organismo la asegura es, principalmente, a partir de la que se produce en el cuerpo. El estómago segrega una sustancia llamada "factor intrínseco" que transporta la vitamina B-12 creada por la flora intestinal. ¿De dónde saca la vitamina B-12 el ganado que nos proporciona carne y leche? Se supone que sin carne y sin productos lácteos nos moriríamos, pero hay fuentes —y numerosas— que afirman lo contrario. (1, 2, 11, 15, 16) Nuestra necesidad real de vitamina B-12 es tan reducida que se mide en microgramos. Un miligramo de vitamina B-12 puede durarnos más de dos años y los individuos sanos tienen, generalmente, provisión para cinco años. Pero, hay una dificultad: la putrefacción obstaculiza la secreción del factor intrínseco en el estómago y retarda la producción de vitamina B-12, de manera que quienes comen carne tienen más probabilidad de sufrir una deficiencia de esta vitamina que los vegetarianos. Este

hecho se conoce desde hace algún tiempo y en parte fue analizado en un informe titulado "Las vitaminas del complejo B", publicado en el *Anuario de 1959* del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Otra consideración es la fibra. En todas las especialidades sanitarias se está recalcando la importancia de la fibra en la dieta. Entre otras cosas, la fibra ayuda a evitar el estreñimiento y las hemorroides; la carne no tiene virtualmente contenido fibroso alguno. El bajo consumo de fibras vegetales, es decir, la celulosa que se encuentra en los cereales y el salvado, en las legumbres secas, en la mayor parte de las verduras y en los frutos secos y sanos, se ha convertido en una de las características principales de la alimentación occidental actual.

Las fibras vegetales desempeñan un importante papel en el tracto intestinal: al fijar el agua, aumentan el volumen de las heces fecales y aceleran su eliminación. Al aumentar la velocidad de tránsito, las fibras vegetales retardan el tiempo de contacto entre las sustancias potencialmente cancerígenas y la mucosa cólica. Al aumentar el volumen fecal, las fibras podrían diluir estas sustancias cancerígenas, es decir, captarlas en sus redes. Podrían provocar también complejas modificaciones en la microflora intestinal.

En los años 70 el cancerólogo inglés Burkitt y sus colaboradores establecieron una correlación entre la reducción de fibra en la dieta y la incidencia de varias dolencias del tubo digestivo —estreñimiento crónico, apendicitis aguda, pólipos y tumores del colon y del recto, litiosis biliar, diverticulosis, etcétera—. Observaron que las poblaciones rurales estaban menos afectadas que las de las ciudades o que aquellos que abandonaron su alimentación tradicional. La diverticulosis del colon hoy afecta en Europa y en los Estados Unidos al 33 %

de las personas de más de 60 años, así como a las personas de más de 40 años que viven en poblaciones donde la dieta es muy pobre en fibra.

Fijémonos ahora en los aminoácidos que se encuentran en los alimentos cárnicos. Una cadena de aminoácidos puede contener entre 51 000 y 200 000 moléculas de aminoácidos. Cuando se ingieren proteínas cárnicas, la cadena tiene que ser descompuesta para volver a organizarla como proteína humana. Los aminoácidos son un tanto delicados; el calor de la cocción coagula o destruye a muchos de ellos, de modo que ya no son utilizables para el cuerpo. (4, 5, 19) Esos aminoácidos no aprovechables se vuelven tóxicos, se suman al peso corporal, aumentan el esfuerzo del cuerpo y agotan la energía. Habría que comer la carne cruda, como los animales carnívoros y omnívoros, para aprovechar la potencialidad de sus aminoácidos. Además, la carne es muy alta en grasas saturadas, es decir, no las que se pueden convertir en energía, sino las que causan ataques cardíacos. En la mayoría de los países industrializados una de las primeras causas de mortalidad son las enfermedades cardiovasculares. Por ejemplo, en Francia cada año 200 000 personas sufren infartos del miocardio; de ellas, mueren 50 000 —principalmente hombres entre 40 años y 70 años—. En los Estados Unidos —el país que más ingiere carne en el mundo— la mortalidad ocasionada por enfermedades cardiovasculares se elevó a cuatrocientos muertos por cada 100 000 habitantes. Cada minuto muere una persona de un ataque al corazón —como fue comunicado por Lenfant, del National Institute of Health, en Maryland durante la “jornada organizada en Toulouse, Francia, en septiembre de 1988 para analizar los problemas relativos al colesterol—. En 1961, el *Journal of the American Medical Association* expresaba también que una dieta vegetariana puede pre-

venir entre el 90 % y el 97 % de las enfermedades cardíacas. (8)

Algunas sustancias que se administran a los animales destinados a la matanza son peligrosas y, entre ellas, se encuentran: la penicilina, la tetraciclina, las bolitas de residuos cloacales descontaminados con Cesio-137, los desechos nucleares radioactivos, los agentes engordantes y multitud de otras sustancias y antibióticos que mejoran el animal para la venta. En el *New England Journal of Medicine* los doctores Holmberg, Osterholm y otros expresaron que la difundida práctica de administrar antibióticos al ganado para acelerar su crecimiento genera bacterias potencialmente letales que pueden afectar a los seres humanos. Diecisiete personas enfermaron y una de ellas murió porque a un rebaño de ganado de Dakota del Sur se le administró antibióticos. El doctor Stuart Levy en un editorial decía: “Sin duda ha llegado el momento de que nos dejemos de andar jugando con los antibióticos. Aunque su uso como aditivos en la alimentación desempeñó un importante papel, en el pasado, al favorecer la producción de ganado en pie, hoy por hoy las consecuencias de esta práctica son demasiado evidentes para pasarlas por alto”. (20) Allí se señalaba que “en los años cincuenta se usaban miles de libras de antibióticos, que hoy son millones”. Eso por no hablar del tratamiento químico que reciben algunas carnes a las que rutinariamente se sumerge en un compuesto químico para disminuir el hedor de la putrefacción y darle un color.

Los productos lácteos

En los Estados Unidos se consumen más productos lácteos que en todo el resto del mundo. En una encuesta realizada por el *Grocers' Journal of California*, en sep-

tiembre de 1982, se comprobó que los productos lácteos son los que tienen el mayor índice de consumo entre todas las categorías de alimentos. Sólo el 6 % de los norteamericanos dicen que no consumen leche en ninguna de sus formas.

Si los productos lácteos son un alimento tan bueno y los norteamericanos los consumen más que todo el resto del mundo, entonces lo razonable sería esperar que tuvieran también el más alto nivel sanitario. En realidad, según el informe de Richard O. Keeler —director de programas del President's Council on Physical Fitness—, aparecido en *Los Angeles Times* en abril de 1981, el obrero norteamericano ocupa el primer lugar en el mundo en cuanto a enfermedades degenerativas.

Como sucede con las proteínas, hay una cantidad de información colosal que vincula el consumo de productos lácteos con las enfermedades cardíacas, cáncer, artritis, migrañas, alergias, infecciones de oídos, fiebre del heno, asma, dolencias respiratorias y multitud de otros problemas.

En los Estados Unidos la leche es el alimento que es objeto de mayores manipulaciones políticas. De acuerdo con *Los Angeles Times*, la industria lechera recibe subsidios —lo cual significa que la financian los contribuyentes— por valor de casi ¡3 000 millones de dólares por año! Eso significa 342 000 dólares por hora para comprar, por un valor de millones de dólares, productos lácteos que probablemente jamás serán consumidos, sino que permanecerán almacenados y en muchos casos pudriéndose. La cuenta de almacenamiento por el excedente que jamás se llegará a usar es de 47 millones de dólares anuales. La demanda de productos lácteos ha disminuido de modo sustancial a medida que se pone

más de manifiesto que no son alimentos perfectos, como una vez se consideraron.

Gran parte de la publicidad referida a los beneficios que los lácteos representan para la salud está comercialmente motivada. En marzo de 1984, *Los Angeles Times* informaba que el Departamento de Agricultura había decidido lanzar una campaña publicitaria de 140 millones de dólares para promover el consumo de leche y ayudar a reducir el excedente de miles de millones de dólares. Aunque la verdadera razón de la campaña publicitaria era la reducción del excedente, los anuncios intentaban convencer al público de que compraran leche por sus múltiples supuestos beneficios para la salud.

Hay una cosa que los hechos ponen claramente de manifiesto y es que la composición química de la leche de vaca es diferente a la de la leche humana. La leche de vaca en comparación con la leche humana tiene el doble de la cantidad de proteínas; además, el 80 % de sus proteínas son exclusivamente caseína.

Las enzimas necesarias para descomponer y digerir la leche son la renina y la lactasa que en la mayoría de los seres humanos ya han desaparecido a los tres años. De hecho sólo un tercio de la población mundial adulta mantiene altos los niveles de la enzima lactasa; en el porcentaje restante los niveles son muy bajos. En la leche de vaca hay 300 veces más caseína que en la leche humana para que puedan formarse huesos mucho más grandes. A los dos años el ternero ya se ha convertido en un toro bien desarrollado; a diferencia de nosotros que a esa misma edad todavía estamos en pleno crecimiento y no estamos aptos para consumir tan altas dosis de calcio.

En el estómago la caseína se coagula formando grandes copos densos difíciles de digerir, los cuales están

adaptados al aparato digestivo de la vaca que tiene cuatro estómagos. Una vez dentro del organismo humano esa densa masa viscosa impone al cuerpo un tremendo esfuerzo para liberarse de ella. En otras palabras: para digerirla se ha de gastar una enorme cantidad de energía.

Lamentablemente, esa sustancia viscosa se endurece en parte y se adhiere al revestimiento del intestino, impidiendo que el cuerpo pueda absorber otras sustancias nutritivas. Resultado: letargo. Además, los subproductos de la digestión de la leche dejan en el cuerpo gran cantidad de mucus tóxico, muy acidificante, el cual se almacena parcialmente en el cuerpo en espera del momento en que éste pueda eliminarlo. La caseína, dicho sea de paso, es la base de uno de los adhesivos más fuertes que se usan en carpintería.

El doctor Norman W. Walker, especialista en salud, quien vivió más de 116 años, estudió el tema durante más de medio siglo y se le ha considerado un experto en el sistema glandular. Para él, un importante factor que contribuye a la aparición de problemas tiroideos es la caseína. Y el hecho de que los productos lácteos lleguen al consumidor muy procesados y tengan siempre vestigios de penicilina y antibióticos los convierte en una carga aún más pesada para el organismo.

La dificultad más grave derivada del consumo de lácteos es la formación de mucus en el organismo que, al tapizar las membranas mucosas, las obliga a cumplir muy lentamente su función con el consiguiente desperdicio de energía vital. Es una situación que debe ser rectificadas y evitada.

Una de las autoridades que más abiertamente cuestionan el punto de vista tradicional en lo referente a los lácteos es el doctor William A. Ellis, cirujano y osteó-

pata jubilado, sumamente respetado en la comunidad científica y que ha investigado durante cuarenta y dos años todo lo relacionado con el consumo de leche y los problemas vinculados con él. El nexo que él demuestra entre los productos lácteos y las afecciones cardíacas, artritis, alergias y migrañas es impresionante. Ellis señala también otros dos puntos importantes: primero, dice "que hay pruebas abrumadoras de que la leche y los productos lácteos son un importante factor en la obesidad"; y segundo, expresa: "Durante mis cuarenta y dos años de práctica, he hecho a mis pacientes más de veinticinco mil análisis de sangre, que, en mi opinión, demuestran de manera concluyente que los adultos que consumen productos lácteos no tienen tan buena absorción de las sustancias nutritivas como quienes no lo hacen. Naturalmente, esta mala absorción significa, a su vez, fatiga crónica". (14, 172)

Hay nutriólogos que insisten en que los lácteos son necesarios por el calcio. Nos han hecho creer que la leche es una importante fuente de calcio y de no beberla se nos caerán los dientes o se nos desintegrarán los huesos. Sin embargo, a pesar de que el calcio que hay en la leche de vaca es mucho más basto que el contenido en la leche humana, éste se encuentra asociado con la caseína, lo cual impide que el organismo pueda absorberlo. Además, la mayoría de los bebedores de leche y comedores de queso consumen productos pasteurizados, homogeneizados o sometidos a alguna otra forma de procesamiento, lo cual degrada el calcio y lo hace sumamente difícil de utilizar. El cuerpo humano tiene una capacidad de adaptación notable, pero la leche de vaca, simplemente, no ha sido concebida para el hombre. (14)

El hecho es que todas las verduras de hoja verde, todas las nueces (crudas) contienen calcio. Las semillas de sésamo (ajonjolí) crudas contienen más calcio que ningún otro alimento que haya sobre la tierra. También la mayoría de las frutas lo contienen. Si diariamente comemos frutas, verduras y algunas semillas crudas, aunque sea de manera ocasional, no tendremos deficiencia de calcio.

Es importante entender el papel que desempeña el calcio en el organismo humano. Una de sus funciones principales es neutralizar la acidez en el sistema. Muchos individuos que creen tener una deficiencia de calcio siguen una dieta muy acidificante, de manera que la neutralización de esta acidez está constantemente usurpando el calcio del cuerpo. Su dieta les suministra el calcio necesario, pero lo están consumiendo de forma continua.

Lo irónico es que las personas consumen productos lácteos para asegurarse el calcio y el que ya existe en su organismo se consume para neutralizar los efectos de los productos lácteos que van comiendo. La idea no debe ser recargar el cuerpo de calcio, sino más bien alterar los hábitos alimentarios de manera que se forme menos ácido en el sistema. De este modo, el calcio será aprovechado en todo su potencial.

Diferentes investigadores plantean que muchos problemas alérgicos y respiratorios —en especial, el asma— pueden estar directamente relacionados con el consumo de lácteos. Esto es válido también para los niños con infecciones del oído, algo tan común que de hecho se considera como una parte normal de la infancia.

No menos dañinos son las harinas y azúcar refinadas. Si hacemos un balance de los cambios alimentarios pro-

ducidos en los últimos cincuenta años encontramos una profunda desviación hacia los enlatados, refinados y hasta los sintéticos, sustitutos artificiales de los alimentos naturales. Pero, en medio de estas barbaridades “tecnológicas” en la alimentación se destacan dos factores: el consumo de HARINAS y AZÚCAR, ambos totalmente desvitalizados, es decir, empobrecidos y desnaturalizados.

El consumo de azúcar industrial refinada, así como de las harinas refinadas de cereales —pues también se convierten en azúcar en el proceso digestivo—, son unas de las sustancias más destructoras y antivitales que tiene la especie humana para acelerar su destrucción. La práctica de consumir estos productos impide al organismo la oportunidad de nutrirse de modo adecuado con vitaminas, enzimas y minerales que le son esenciales para su crecimiento, regeneración, desintoxicación e inmunidad natural.

El doctor J. I. Rodale, fundador y director por muchos años de la revista de salud norteamericana *Prevention*, dedicó gran parte de su vida a luchar por la alimentación natural. En un folleto titulado *El azúcar: la maldición de la civilización* plantea que si ingerimos carbohidratos en su forma natural no se experimentará carencia de tiamina, porque ésta se encuentra presente en el alimento natural, por ejemplo, en la caña de azúcar, en las frutas naturales y en otros alimentos integrales.

Ahora bien, el azúcar refinado es el producto que queda después que todas las vitaminas del complejo B, así como los minerales más valiosos, han sido extraídos. Como es conocido, para que el azúcar (glucosa) pueda ser asimilada por el organismo se requieren cantidades considerables de tiamina (co-carboxilasa) sin las cuales los glúcidos no pueden pasar al torrente sanguíneo. Por

lo tanto: ¿qué hace nuestro organismo cuando recibe esas descargas de azúcar a que lo sometemos al ingerir un refresco, helado, pasteles, tortas, etcétera? Pues recurre a sus reservas de tiamina en el hígado y el corazón para mandarlas al intestino; estos órganos no podrán realizar cabalmente el ciclo de Krebs y obtendrán una energía a medias con sólo la glucólisis o fermentación anaerobia. Se acumulará piruvato y ácido láctico, de ahí que este tipo de alimentación mantenida traiga graves consecuencias para la salud.

El eminente médico, antropólogo y expedicionario norteamericano Weston A. Price, en su obra *Nutrition and Physical Degeneration. A Comparison of Primitive and Modern Diets and their Effects*, demuestra y expone el alcance destructivo corporal y mental de nuestra alimentación refinada en los pueblos primitivos, anteriormente aislados y sanos. Éstos habían desconocido las caries dentales y cualquier irregularidad dental o maxilar. Pero, aquellos grupos que empezaron a consumir nuestros alimentos refinados —que el hombre blanco les suministró por motivos comerciales y también caritativos— pronto comenzaron a degenerar.

Los doctores Issac Shour y Mairy Massler de la Universidad de Chicago escribieron un artículo en el *Journal of the American Dental Association* en el cual exponían los resultados del estudio realizado en 3 095 niños italianos y un grupo similar de niños norteamericanos de la época de la posguerra. Las edades en ambos grupos oscilaba entre 11-15 años. En el grupo italiano encontraron un promedio de 1,05 caries por individuo —incluidos dientes calzados y perdidos—. En el grupo norteamericano el promedio fue de 4,66 caries por persona. Se decidieron luego a estudiar las poblaciones italianas y compa-

rarlas con otras similares de los Estados Unidos. El resultado fue que encontraron un 53,4 % de niños sin caries dental —también entre 11-15 años de edad— en cuatro ciudades italianas examinadas. En cambio, en los Estados Unidos sólo había un 9,5 % de niños sin caries. En otras palabras, el 90,5 % de la población estadounidense estudiada padecía de caries. En otros grupos de mayor edad el resultado fue similar.

Una de las hipótesis planteadas fue que la diferencia en la salud dental tenía relación con la alimentación refinada y, en especial, con el consumo de azúcar. Los niños italianos por los años de privación durante la guerra tenían una dieta bastante deficiente y particularmente pobre en azúcar refinada. Su alimentación se limitaba a hortalizas, frutas y semillas en pocas cantidades, además, pan integral y espaguetis de trigo y centeno poco o nada refinados; mientras que la alimentación de los niños norteamericanos era “superior” por contener abundancia de carnes, harinas y grasa, además de azúcar. Según los datos de producción, ya para 1934 el consumo de azúcar en los Estados Unidos era superior a 51 kg/habitante/año, mientras que en Italia se situaba en 9 kg/habitante/año. Las investigaciones han comprobado que los carbohidratos producen acidez en la boca, lo cual conduce a la carie dental. Sin embargo, al parecer, los carbohidratos provenientes de azúcar integrales, en el caso de los niños italianos, no cambiaron la situación.

Aunque estaban mal alimentados y su dieta carecía de varios nutrientes supuestamente necesarios, y a pesar de que ingerían gran cantidad de carbohidratos en proporción con la cantidad de proteínas disponibles, sus dientes estaban infinitamente mejor que los de los niños

estadounidenses, quienes consumían una alimentación más proteica, pero la parte calórica estaba basada en el consumo de grandes cantidades de azúcar.

Ahora mostraremos la relación existente entre las llamadas “enfermedades de la civilización” y el hábito de consumir alimentos refinados, como pan blanco, dulces, espaguetis, arroz pulido y otros cereales a los cuales se ha desprovisto de la cutícula y el germen; lugar donde se esconden las principales vitaminas, enzimas, minerales y demás catalizadores, los cuales, junto con los lípidos, azúcares y proteínas, forman las sustancias necesarias para una adecuada nutrición y salud.

Como todas estas sustancias amiláceas (harinas) pasan a la sangre en forma de glucosa (azúcar), seguiremos tomando el ejemplo del azúcar refinada, la cual, al igual que los almidones, ha sido empobrecida por los procedimientos industriales y no es un alimento biológicamente apto para nuestra nutrición.

El azúcar y la hipoglicemia

Hoy en día hay muchos individuos que siempre tienen bajo el nivel de azúcar en sangre —por debajo de 70 mg/dL—y, por lo tanto, padecen de hipoglicemia. Aunque parezca paradójico, esta afección se debe al consumo excesivo de azúcar. ¿Por qué?

Los mecanismos reguladores del nivel de azúcar en nuestra sangre no pueden tolerar altos niveles de azúcar, pues, entre otras cosas, ésta actúa como un ácido y un diurético generando acidosis metabólica y pérdida de grandes cantidades de agua (deshidratación). Es por esto que normalmente después de la ingestión de espaguetis, arepas o dulces entran en funcionamiento los mecanismos de emergencia para hacerla bajar.

Al comer azúcar sube el nivel de glucosa en la sangre, pero luego, cuando el organismo reacciona, este nivel desciende más bajo de lo normal. Esto hace que la persona se sienta decaída y generalmente le recomiendan que consuma más dulce y la glucosa sube de nuevo sólo para descender más bajo aún en los próximos minutos. El resultado de esto es un círculo vicioso que conduce a comer más dulces cada vez para poder mantenerse.

El hígado y los músculos tienen gran capacidad para transformar la glucosa en glucógeno; este es un mecanismo que tiene una capacidad limitada y no genera hipoglicemia. El cerebro es otro gran consumidor de azúcar —consume el 25 % del total de glucosa en sangre—, pero si no le llegan la tiamina, la niacina, la riboflavina y otros “bioflavonoides” que intervienen en el ciclo de Krebs —o ciclo de los ácidos tricarbóxicos—, éste no podrá ejecutarse cabalmente y quedarán residuos que afectarán el funcionamiento de los neurotransmisores y de las neurohormonas, lo cual se traducirá en alteraciones de la conducta, como pueden ser hambre, palidez, temblor, diplopía —visión doble o borrosa—, cefalea. En casos muy severos puede haber trastornos psíquicos y convulsiones, pudiéndose llegar hasta el coma.

Según plantea el doctor E. M. Abrahamson en su libro *Body, Mind and Sugar*, la cantidad de glucosa en la sangre debe estar en equilibrio con la cantidad de oxígeno sanguíneo. Cuando ingerimos azúcar refinada, sacarosa, ésta escapa en gran medida al proceso químico de nuestro cuerpo pasando directamente a los intestinos donde se convierte en glucosa predigerida, la cual, su vez, es absorbida por la sangre en la que el nivel de glucosa había sido ya establecido en un equilibrio preciso con el oxígeno. Al aumentar el nivel de glicemia de

manera drástica, el equilibrio se destruye. El cerebro es el primero en registrarlo, las hormonas fluyen de las cápsulas adrenales y acaparan todo recurso químico para enfrentarse al azúcar. La insulina de los islotes endocrinos del páncreas fluye específicamente para mantener el nivel de glucosa en la sangre en una función antagónica complementaria a las hormonas adrenalina y glucagón que levantan el nivel de glucosa. Todo esto ocurre a un ritmo de emergencia, desciende el nivel de glucosa en la sangre y aparece una segunda crisis, como consecuencia de la primera. Los islotes pancreáticos tienen que cerrarse, pues deben producirse otras hormonas catecolaminérgicas —como la adrenalina— para regular el reverso de la dirección química y levantar de nuevo el nivel de glucosa en la sangre.

Al continuar la persona ingiriendo azúcar se prepara para una próxima crisis, antes de que se termine la anterior. Las crisis de nervios son, pues, típicas y acumulativas. Los daños endocrinos a las glándulas adrenales, al páncreas, especialmente, y a otras glándulas va a traducirse en una predisposición para muchos tipos de enfermedades somáticas, pero también para enfermedades psicológicas.

El azúcar y la artritis

Uno de los minerales más abundantes en nuestro organismo es el calcio, el cual constituye el sistema óseo y dentario. La proporción de calcio en nuestros huesos es de un 99 %, aproximadamente. El calcio actúa como disparador de las contracciones musculares; en particular, sirve para normalizar las contracciones y relajacio-

nes de los músculos del corazón. También ayuda a transportar los impulsos nerviosos de una parte a otra del cuerpo humano. Actúa en los mecanismos de regulación de la sangre y en la estructuración de algunas enzimas, así como en la regulación del paso mediante las paredes celulares. Asimismo, sirve para regular el equilibrio ácido-básico en el cuerpo.

El doctor Melvin Page, prominente médico de la Biochemical Research Foundation, sostiene que el azúcar es capaz de alterar los mecanismos homeostáticos reguladores de estos equilibrios entre los minerales que trabajan en el cuerpo. Según él, el consumo de azúcar hace subir el calcio en la sangre en pocos minutos. En un libro que tituló *Degeneration and Regeneration*, relata casos clínicos de varios enfermos cuya química sanguínea él estudió. En muchos de ellos no encontró razón alguna para cambios repentinos de un quimismo sanguíneo excelente, hasta que confesaban que habían adquirido recientemente el hábito de comer dulces. En el curso de dos horas y media había una diferencia de nueve puntos en el calcio y el fósforo regular de su torrente sanguíneo.

Recordemos que el fósforo es uno de los minerales más importantes para la vida, pues forma parte de la estructura del núcleo de nuestras células —ésteres dinucleótidos cíclicos de los ácidos ADN y ARN—. Su función principal está relacionada con la liberación de energía de la glucosa.

En una serie de varios centenares de artríticos —dice— “casi todos consumían grandes cantidades de azúcar”. Según él, la sacarosa que ingerimos a diario perturba el equilibrio calcio-fósforo más que ningún otro factor aislado, de manera que sube el calcio en la sangre —pro-

duciéndose debilidad en los huesos y dientes— y baja el fósforo —llevando al individuo a sentirse débil, sin energía—.

El organismo dispone de mecanismos automáticos (homeostáticos) para regular la química de la sangre y los tejidos, pero es a estas funciones a las que más golpeamos con nuestros errores nutricionales.

Más adelante el doctor Page plantea que el azúcar refinada no es necesaria, sino dañina y por ésta razón su criterio es que quien come azúcar está violando los principios de la buena salud.

El azúcar y las infecciones

El doctor Benjamín Sandler, —primer investigador que consiguió provocar una parálisis infantil en un mono *Rhesus*, infectar con el mono a un conejo y mediante éste hacer de nuevo un trasplante en otro mono— escribió un libro titulado *Alimentación eficaz contra la parálisis infantil*. Allí demuestra como se modifican los niveles de azúcar, especialmente por la ingestión de helados, chocolates, pan, pudines y pasteles hechos de harina blanca y, sobre todo, por la ingestión de azúcar blanca —en cualquier forma, como refrescos, dulces, etcétera—, haciendo que éstos, con frecuencia, sean bajos tras una elevación momentánea.

El descenso en el nivel de glucosa en la sangre y el menor aporte de glucosa a las células del sistema nervioso ocurre paralelamente a una disminución de la llegada de oxígeno a éstas. Las mencionadas células nerviosas son, en especial, sensibles a la falta de glucosa y de oxígeno y son estas células principalmente afectadas por el virus.

Una alimentación errónea en el sentido explicado es la causante de niveles bajos de azúcar en la sangre, siendo este nivel relacionado con la disminución de las defensas del organismo frente a muchas enfermedades. Tal descenso de glucosa fue precisamente la condición previa para lograr que el conejo, un animal muy resistente, fuera afectado de parálisis infantil.

La gravedad de las alteraciones que en el nivel de azúcar puede originar la desmedida ingestión de azúcares, se comprende mejor al tener en cuenta que —aun existiendo en la sangre un nivel adecuado de glucosa procedente de la ingestión— ésta no sería bien utilizada por las células mientras no hubiese primero atravesado el hígado. Así se explica que los mismos síntomas puedan presentarse con aparentemente altos o bajos niveles de glucosa en sangre.

La influencia en la dieta es decisiva. Los casos más graves de parálisis infantil fueron observados siempre en personas con un bajo nivel de glucosa en sangre. En correspondencia con esto, las epidemias más graves y frecuentes tienen lugar en los países donde existe una “higiene” altamente desarrollada, un nivel de vida “elevado” y, por consiguiente, un gran consumo de almidones —harinas refinadas, blancas— y, sobre todo, de azúcar —blanca, refinada—. Hasta ahora nunca ha habido epidemia de poliomiélitis en países donde el consumo de azúcar es mínimo. En estos países durante la Segunda Guerra Mundial solamente enfermaron de polio los soldados norteamericanos que allí se encontraban y a quienes para mantener su “moral” se les facilitaba el consumo de dulces, helados y refrescos al estilo de América.

El azúcar y el cáncer

La palabra cáncer es sinónimo de degeneración orgánica, de reproducción anormal e incontrolada de las células, las cuales han sufrido mutación genética. Tales mutaciones son consecuencia de un estado crónico de intoxicación de las células de un estado de carencia de vitaminas y minerales para sus procesos vitales y, además, de una deficiente oxigenación de esas mismas células. El lento desmoronamiento de las defensas naturales del organismo, la deficiente eliminación de los residuos tóxicos y la permanente autointoxicación originada por las putrefacciones intestinales, junto al deterioro del hígado, glándula que tiene bajo su responsabilidad la neutralización de los tóxicos o venenos que circulan en el organismo, determina el cáncer.

El 99,99 % de los enfermos de cáncer, con toda seguridad, son estreñidos crónicos, a veces fuman, beben, etcétera. ¡Y todos tienen una dieta refinada, abundante en azúcar en las miles de formas que ésta llega a sus mesas!

El doctor Otto Meyerhof de la escuela de medicina de la Universidad de Pensylvania —ganador del Premio Nobel de Medicina en 1922—, descubridor de la correlación entre el consumo de oxígeno y el metabolismo del ácido láctico en los músculos, afirmó que el posible crecimiento de los tejidos cancerosos se podía detener si los bioquímicos pudieran encontrar un medio para frenar el ansia de azúcar de los tumores. Por supuesto, estas células alteran su ciclo celular y su metabolismo por carencia de oxígeno (hipoxia), tienden a regresionar, a volverse anaeróbicas e indiferenciarse. Incluso, se observa una ausencia casi total de mitocondrias. Su energía la

obtienen de los procesos anaeróbicos y por eso consumen más azúcar que las células normales.

En 1924 otro investigador, Ellis Barker, publicó una obra sobre la formación, prevención y curación del cáncer titulada: *Cáncer and Diet*, la cual mereció elogios de W. Arbuthnot Lane, afamado científico de esa época. Barker señala en su libro que la alimentación civilizada moderna tiene dos grandes características. Las naciones civilizadas están privadas de vitaminas en forma de vegetales y, especialmente, de vegetales crudos —como los de las ensaladas—. Se están muriendo de hambre de vitaminas en forma de cáscaras de todas clases, mientras que los hombres y mujeres civilizados están careciendo de estos elementos esenciales, los están reemplazando con una superabundancia de azúcar. El aumento en el consumo de azúcar ha sido tan extraordinariamente grande, cuan rápida ha sido la disminución en el consumo de vitaminas.

Desde el momento en que reconozcamos que el cáncer no es la consecuencia de agentes extraños —de virus empeñados en acabar con nuestras vidas— y comprendamos que somos nosotros los responsables de nuestro estado físico y cambiemos nuestra manera de vivir hacia hábitos más higiénicos, en el sentido naturista, en esa misma medida el cáncer dejará de ser un peligro para la humanidad y descenderá su frecuencia.

La manera totalmente antinatural de alimentarnos y la poca calidad del alimento que consumimos no está propiciando otra cosa que un DESEQUILIBRIO METABÓLICO.

El cuerpo humano está minuciosamente diseñado para mantenerse en equilibrio en lo que se refiere a construcción de tejidos (anabolismo) y destrucción de tejidos (catabolismo). Un exceso de una de estas funciones

sobre la otra constituye el desequilibrio metabólico. Uno de los investigadores que más luz aportó al conocimiento de las causas que propician el desequilibrio metabólico fue el doctor John H. Tilden. En 1926, el doctor Tilden escribió el libro *Toxemia Explained (La explicación de la toxemia)* en el cual daba una explicación detallada de cómo ocurre este proceso.

La primera manera en que se produce la toxemia es por mediación del proceso de metabolismo. Nuestro organismo ni aun en los momentos en que descansamos está ocioso. Constantemente va reemplazando las células viejas por otras nuevas. El 98 % de los átomos del cuerpo se reemplazan en el transcurso del año. El esqueleto, que parece tan fundamentalmente estable y sólido, pasa por una transición casi completa cada tres meses. La piel se regenera en cuatro semanas, el revestimiento del interior del estómago en cuatro días y la porción del revestimiento del estómago que se entrecruza con los alimentos se reconstruye a sí misma cada cuatro o cinco minutos. En realidad, de 300 millones a 800 000 millones de células viejas son reemplazadas por otras nuevas en un día. Esas células viejas son tóxicas —venenosas y deben ser retiradas del sistema tan pronto como sea posible mediante una de las cuatro vías de eliminación: los intestinos, la vejiga, los pulmones o la piel—. Se trata de un proceso normal y natural del cuerpo no de algo que debe preocuparnos, a menos que por alguna razón ese material tóxico de desecho no se elimine con la misma rapidez con que se produce. Mientras haya una cantidad suficiente de energía a disposición del cuerpo, estos desechos son eliminados de manera adecuada. Asimismo, el número de células que es necesario reemplazar diariamente depende de la cantidad de alimentos cocinados o cáusticos que hay en la dieta.

La segunda forma en que se produce la toxemia en el sistema es a partir de los subproductos de alimentos que no han sido correctamente digeridos, asimilados e incorporados de modo adecuado a la estructura celular. Fundamentalmente en todos los países desarrollados, y por desgracia también en la mayoría de los subdesarrollados, existe el singular hábito de alterar prácticamente todo lo que se come, apartándolo de su estado natural, antes de ingerirlo. En lugar de una cantidad suficiente de alimentos frescos, como parte dominante de nuestra dieta, la mayor parte de lo que comemos está procesado. Y si no lo está antes de llegar a nuestras manos, ya nos ocuparemos de alterarlo de alguna manera. Casi todo lo que se come ha pasado por algún procedimiento: fritura, parrilla, hervor, cocción al vapor, salteado o guisado. Como los alimentos han sido modificados a partir de su estado natural, y el organismo humano no está desde el punto de vista biológico adaptado para ingerir tales cantidades de comida así alterada, los subproductos de esa digestión y asimilación incompletas forman en el cuerpo cierta cantidad de residuos. Los residuos son tóxicos. Si ese tipo de alimentos PREDOMINAN en la dieta, el sistema se ve regularmente sobrecargado de trabajo. Entonces, el proceso de toxemia se da diario en el cuerpo de dos maneras: mediante el proceso normal del metabolismo y por obra de los residuos que quedan de los alimentos utilizados de modo ineficaz. El problema se agrava porque las toxinas son de naturaleza ácida. Cuando hay acumulación de ácidos en el cuerpo el sistema retiene agua para neutralizarlos y esto aumenta aún más el agotamiento.

Si nuestro cuerpo produce cada día más desechos tóxicos de lo que elimina tendrá que almacenarlos en alguna parte. Siempre atento a protegerse y a mantener

su integridad, el cuerpo tiende a no almacenar esos desechos en los órganos vitales o en sus inmediaciones: los almacenará en el tejido adiposo y en los músculos. Eso quiere decir en los muslos, en las nalgas, en la cintura, en los brazos, bajo el mentón, en todos esos lugares cuya deformidad más lamentamos. Si el problema no se controla el resultado final es no sólo la obesidad, sino una incomodidad general y una sensación de letargo, ya que el cuerpo necesita gastar gran cantidad de su energía en el intento de liberarse de esta acumulación de toxinas.

Lo que el doctor Tilden comunicó a sus lectores hace más de medio siglo era esto: por más que parezca que el problema escapa del control individual no es así. Es un simple fenómeno fisiológico no un misterio. Cualquiera puede controlar la situación y hacerse cargo de ella en la medida que lo desee. Es simplemente cuestión de entender lo que es la toxemia y de hacer lo que sea necesario para que desaparezcan los desechos tóxicos ya existentes en el cuerpo y que no sigan acumulándose con más rapidez que la de su eliminación.

¿Cómo mantenemos el equilibrio metabólico y conseguimos eliminar los residuos tóxicos del sistema?

La capacidad humana para procesar sus alimentos se funda en el funcionamiento eficaz de tres ciclos regulares cotidianos. Estos ciclos se basan en funciones corporales bastante obvias. Para expresarlo con la mayor simplicidad posible digamos que a diario ingerimos alimentos (apropiación), absorbemos y usamos parte de ellos (asimilación) y nos libramos de lo que no usamos (eliminación). Aunque cada una de estas funciones está, en alguna medida, continuamente en marcha, cada una de ellas se intensifica durante ciertas horas del día. De 12:00 m. a 8:00 p.m.: APROPIACIÓN —ingestión y digestión—.

De las 8:00 p.m. a 4:00 a.m.: ASIMILACIÓN —absorción y uso—. De 4:00 a.m. a 12:00 m.: ELIMINACIÓN —de desechos corporales y restos de alimentos—. Allí donde el condicionamiento cultural impone un horario de comidas diferente del norteamericano —es al que nos estamos refiriendo—, los ciclos se adaptan de modo espontáneo a la situación y se produce un natural desplazamiento horario.

Nuestros ciclos corporales pueden llegar a resultarnos evidentes con sólo prestar atención a como actúa nuestro cuerpo. Cuando dormimos y el cuerpo no tiene que hacer ningún otro trabajo manifiesto está asimilando lo que tomó durante el día. Por la mañana, cuando nos despertamos, tenemos mal aliento y, en ocasiones, la lengua sucia porque el cuerpo está en mitad del proceso de eliminación de lo que no fue usado, de los desechos corporales.

La razón de que en los Estados Unidos el 62 % de la población padezca de un exceso de peso reside en que los hábitos tradicionales de alimentación han obstruido persistentemente la importantísima función de eliminación. En otras palabras, se han venido alimentando y usando la parte que necesitan de esos alimentos, pero NO se han ido deshaciendo de lo que no podían utilizar. Como son tantos los norteamericanos que hacen un desayuno, un almuerzo y una cena sustanciosos, es mucho más el tiempo dedicado a la apropiación que a la eliminación.

Comemos y vivimos de tal manera que no permitimos jamás una limpieza del interior de nuestro cuerpo. Este es también un factor que contribuye a que tres de cada cuatro norteamericanos lleguen, en algún momento de su vida, a ser víctimas del cáncer o de alguna enfermedad cardíaca. Se lava el cuerpo por fuera, pero el inte-

rior, que es mucho más importante, no se lava. Me refiero a algunas personas que durante décadas, DURANTE SU VIDA ENTERA, no hacen jamás lo necesario para expulsar de su cuerpo los desechos tóxicos. La única manera de hacerlo es consumir alimentos que tengan un elevado contenido de agua. No se conseguirá bebiendo agua, porque el agua para beber no es portadora de las enzimas y de otros elementos indispensables para la vida que el cuerpo necesita, lo cual se encuentra en el agua contenida en frutas y verduras. Los tres ciclos de nuestro cuerpo funcionan con una mayor facilidad cuando se les proporciona de manera regular esta clase de agua.

Como requisito indispensable para la vida, el agua ocupa un lugar tan importante como el alimento y el aire. Su importancia es evidente. Si el planeta Tierra está formado por un 70 % de agua y para su supervivencia depende de esa cantidad de agua, y nuestro cuerpo está formado por un 70 % de agua, entonces para mantenerlo en las mejores condiciones posibles debemos consumir una dieta que incluya, al menos, un 70 % de agua y no estamos hablando precisamente de beber agua.

Sólo dos clases de alimentos responden a esta exigencia: las frutas y las verduras. Cualquier otra cosa que comamos es un alimento concentrado. Concentrado significa el contenido de agua que le ha sido retirado, ya sea mediante la cocción u otro procesamiento. Debemos ajustarnos a una dieta que contenga aproximadamente 70 % de agua y eso significa que en ella deben PREDOMINAR las frutas y las verduras. El otro 30 % estará integrado por los alimentos concentrados: pan, granos, legumbres, etcétera.

Hay dos razones sumamente importantes para que necesitemos esta agua y son las mismas dos razones por las cuales con beber agua no basta: la nutrición y la

limpieza del organismo. El agua transporta las sustancias nutritivas contenidas en los alimentos a todas las células del cuerpo y, además, las limpia de los desechos tóxicos.

Si en los Estados Unidos se hacen todos los años 200 000 operaciones cardíacas de *by-pass*, ¡es porque las personas tienen las arterias obstruidas! La razón de que comamos tal cantidad de comida que nos obstruye es que estamos prisioneros de nuestras papilas gustativas; por saciarlas hacemos cualquier cosa. Si hay algo que nos podamos meter en la boca y sepa bien, lo comemos sin pensarlo dos veces. La única exigencia que tenemos respecto de la comida es que sea sabrosa. Si consideramos la superficie minúscula que ocupan las papilas gustativas y luego echamos un vistazo al resto del cuerpo —el cual tiene que arreglárselas con la comida que le gusta a las papilas— no podremos menos que asombrarnos de que se preste tanta atención a una parte tan pequeña del cuerpo y se descuide una mucho mayor.

Tomar agua con las comidas ejerce un efecto debilitante. Muchas personas beben agua mientras comen. No es una buena práctica, porque en el estómago hay jugos digestivos que están actuando sobre la comida. Si al comer se bebe agua se diluyen estos jugos y se impide una correcta digestión de los alimentos. Además, se obstruye muchísimo, tanto el ciclo de apropiación, como el de asimilación, lo cual a su vez afecta negativamente al importantísimo ciclo de eliminación, al mismo tiempo que se desperdicia gran cantidad de energía.

Todo esto puede reducirse a una proposición muy simple: SI QUEREMOS ESTAR VIBRANTES, VIGOROSAMENTE VIVOS Y EN LA MEJOR FORMA POSIBLE TIENEMOS QUE COMER ALIMENTOS VIVOS. ¡Un cuerpo vivo se construye con alimentos

vivos! Y los alimentos vivos son alimentos con un alto contenido de agua.

La importancia que tiene esta manera de comer quedará ejemplificada por las palabras de una persona quien durante más de medio siglo ha estado estudiando estos principios: el doctor Norman W. Walker que en 1985 tenía más de 116 años y todavía cultivaba sus propias verduras y seguía escribiendo libros. Nadie lo pasea en una silla de ruedas ni le da de comer en la boca puré de plátanos. Es completamente independiente. ¿Cuál es la clave de su salud y su longevidad? En su libro más reciente, *Natural Weight Control (Control natural del peso)*, el doctor Walker dice que cualquier planta, verdura, fruta, nuez o semilla cruda, en su estado natural, está compuesta de átomos y moléculas. Dentro de esos átomos y esas moléculas residen los elementos vitamínicos llamados “enzimas”, que constituyen el principio vital existente en los mencionados átomos y moléculas de toda célula viva.

Las enzimas que hay en las células del cuerpo humano son exactamente como las existentes en la vegetación y cada uno de los átomos del cuerpo humano tiene su correspondiente afinidad con los átomos semejantes en la vegetación. Por consiguiente, cuando son necesarios ciertos átomos para reconstruir o reemplazar células del cuerpo entrará en juego una atracción de tipo magnético que atraerá hacia las células correspondientes de nuestro cuerpo el tipo y género exacto de elementos atómicos que hay en los alimentos crudos que consumimos.

De acuerdo con ello, cada célula de nuestra estructura corporal y cada célula de los alimentos naturales contienen y están animadas por la vida silenciosa conocida con el nombre de “enzimas”. Sin embargo, esta atracción de tipo magnético sólo se encuentra en las moléculas vivas.

Las enzimas son sensibles a temperaturas superiores a los 54° C, por encima de esto mueren. Cualquier comida que haya sido cocida a temperaturas superiores ha sido sometida a la sentencia de muerte de sus enzimas y no es más que alimento muerto.

Naturalmente, la materia muerta no puede efectuar el trabajo de los organismos vivos. Por consiguiente, los alimentos que han sido sometidos a estas temperaturas han perdido su valor de nutrición viva. Por más que puedan sostener la vida en el organismo humano, y de hecho es así, lo hacen a expensas de una degeneración progresiva de la salud, la energía y la vitalidad.

En este libro, y en todos los que ha escrito, el doctor Walker subraya enérgicamente la importancia del consumo de alimentos con alto contenido de agua si lo que uno quiere obtener es un cuerpo vibrante y esbelto. Walker a los 116 años es un hombre vibrante y activo.

En 1980 se publicaron en *Los Angeles Times* y *The Weekly World News* artículos referentes a un hombre —Wu Yunqing— que vive en China, el cual aparecía fotografiado a los 142 años andando en bicicleta. Cuando le preguntaron por su dieta, contestó: “como maíz, arroz, patatas, frutas y verduras”.

En enero de 1973, el *National Geographic Magazine* traía un relato del doctor Alexander Leaf, científico que había salido en busca de las personas más viejas del mundo. Descubrió que los tres pueblos donde había más casos de longevidad eran los abkhazians de Rusia, los vilcabambanos de Ecuador y los hunzikut de Paquistán. Además de no encontrar ni un signo de obesidad entre los dos últimos, y muy escasos entre los primeros, descubrió que eran todos pueblos sorprendentemente libres de enfermedades. ¡No conocían el cáncer ni las afecciones cardíacas! Por otra parte, la mayoría de ellos

vivían más de 100 años, manteniéndose físicamente muy activos. La investigación de los hábitos dietéticos de estos pueblos que aprendió el doctor Leaf indica que los abkhazians comen aproximadamente un 70 % de alimentos con alto contenido de agua y los otros dos grupos, más de un 80 %. Tanto él, como muchos gerontólogos se quedaron asombrados al tener conocimiento de la existencia de estos pueblos y de su estupenda longevidad.

¿Cómo podemos vivir sanamente en un mundo tan desordenado, caótico, como lo hemos hecho al contaminar a nivel mundial el aire, el suelo, las aguas y nuestros mismos cuerpos en una guerra fatal e interminable contra los microbios? ¿Es acaso que pretendemos vivir esterilizados?

Nos han enseñado desde la escuela el miedo a los microbios, pero no vacilamos en ofrecer en las meriendas de los niños toda clase de caramelos, bebidas gaseosas, helados y pasteles. ¿Hasta cuándo vamos a seguir caminando en el error? Tenemos que compartir este planeta con millones de otras especies, desde los virus, hasta las ballenas. Un buen sistema defensivo, glándulas y arterias sanas, es lo que necesitamos para mantener la salud y la longevidad. Esto es posible conseguirlo con el respeto a esas sencillas leyes de la salud: aire puro, alimentos crudos, actividad física e higiene mental adecuadas.

La “vuelta a la naturaleza” no es un concepto romántico es una necesidad. No se trata de un regreso al salvajismo, sino de un conocimiento no sólo del cuerpo humano y su psiquismo, sino también del hombre y de sus más íntimas relaciones con el medio y de la lucha consciente por preservar las condiciones mínimas fundamentales que garanticen que este planeta siga siendo capaz de albergar la vida.

La sociedad no tendrá salud mientras los gobiernos no tomen medidas verdaderamente sanitarias:

- Eliminación de industrias antibiológicas —refinadoras de aceites, harinas, y azúcar; enlatadoras de alimentos; tabacaleras; licoreras; fábrica de embutidos y otras muchas más— acompañadas de un proceso educativo eficiente para la salud. Se ha argumentado que cuando algo es prohibido el público lo busca y lo consume más. Esto parece ser verdad hasta cierto límite. No son las prohibiciones, sino la educación las que en realidad promoverán el cambio hacia la salud. Ningún naturista lo es “compulsivamente”. Todos lo son por voluntad propia, por una decisión personal de respetar la máxima ley de la biología: la ley de la conservación de la vida. Traducido al lenguaje diario significa hacer consciente y de manera voluntaria sólo aquello que beneficie la salud y la vida y evitar lo que la perjudique en una u otra forma.
- La enfermedad seguirá existiendo mientras los mismos médicos y los maestros no den el ejemplo mediante una vida higiénica, sin vicios. Los gobernantes políticos y todos los que de una u otra forma fungen de líderes de la humanidad tienen la responsabilidad de educar con su ejemplo. El mejoramiento de la calidad de la VIDA y la SALUD, tanto en lo individual, como en lo colectivo, son cada día más una necesidad en la cual todos debemos estar interesados.

El hombre, como sostenía Hipócrates en la práctica, “es algo más que la suma de sus partes”, es una unidad, una totalidad evolutiva, bio-psico-social. Tenemos que aprender a ver al hombre integrado, inmerso en diversas esferas, las cuales al alterarse también lo alteran. De ahí que no se pueda establecer claramente una frontera entre salud y enfermedad, sino que son variaciones de un

continuum debido a que el organismo sano se encuentra en un constante equilibrio dinámico, de interrelaciones con el medio. A veces el equilibrio se pierde y la enfermedad puede ser interpretada, incluso, como una respuesta de ajuste o adaptación del individuo en un intento por reencontrar su equilibrio. Esto no puede generalizarse para todas las enfermedades, por eso: la SALUD es un producto, el resultado de la interacción armónica del individuo con su entorno físico y social. Es, a su vez, una aptitud física y psíquica para enfrentarse a los retos constantes de la vida.

BIBLIOGRAFÍA

1. AIROLA, PAAVO: "Meat for B-12", en *Nutrition Health Review*, verano de 1983, p. 13.
2. BENERJEE CHATTERICA y J. B. CHATTERICA: "Vitamin B-12 Content of some Articles of Indian Diet and Effect of Cooking on It", en *British Journal of Nutrition*, 94, 1968.
3. BIANCHI, C. PAUL y RUSSEL HILF: *Protein Metabolism and Biological Function*, Rutgers University Press, Nueva Brunswick, 1970.
4. BIGWOOD, A.: *Protein and Amino Acids Functions*, Pergamon Press, Nueva York, 1972.
5. BODWELL, K.: *Evaluation of Proteins for Humans*, The Air Publishing Co., Westport, 1977.
6. BROWN, HENRY: *Protein Nutrition*, Charles C. Thomas Publishers, Springfield, 1974.
7. CYBORKI, CATHY KAPICA: "Protein Supplements and Body Building Programs", en *Journal of the American Medical Association*, 240, 1978.

8. "Diet and Stress in Vascular Disease", en *Journal of American Medical Association*, 176, 1961.
9. FRY, T. C.: "Lesson 8. Proteins in the Diet", en *The Life Science Health System*, College of Life Science, Austin, 1983.
10. ———: *The Life Science Health*, College of Life Science, Austin, 1983.
11. ———: "Lesson 32. Why we should not Eat Meat?", en *The Life Science Health System*, College of Life Science, Austin, 1983.
12. GUYTON, ARTHUR C.: *Physiology of the Body*, W. B. Saunders Publishing Co., Filadelfia, 1964.
13. ———: *Guidance Textbook of Medical Physiology*, W. B. Saunders Publishing, Filadelfia, 1981.
14. HARVEY, DAMOND y MARILYN DIAMOND: *Fit for Life*, Warner Books Inc., Nueva York, 1985.
15. HUR, ROBIN A.: *Food Reform our Desperate Need*, Herr-Heidelberg, 1975.
16. KULVINSKAS, VIKTORAS: *The Intestinal Trac*, Charles C. Thomas Publishers, Springfield, 1960.
17. ———: *Survival into the 21st Century*, Omangod Press, Wetherfield, Connecticut, 1975.
18. MUNRO, H. N y OTROS: *Mammalian Protein Metabolism*, Academy Press, Nueva York, 1970.
19. OKITANI B. y OTROS: "Heat Induced Changes in Free Amino Acids on Manufactured Heated Pulps and Pastes from Tomatoes" en *The Journal of Food Science*, 48, 1983.
20. "Should not Eat Animal Products in any Form", en *the Life Science Health System*, College of Life Science, Austin, 1984.

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA EXPERIMENTAL DE PLAGUICIDAS

Marcia Friman Pérez y Rafael Pérez Cristiá
Centro Nacional de Toxicología

El hombre en el desarrollo de su actividad habitual y producto del desarrollo tecnológico alcanzado dispersa en su medio ambiente gran variedad de contaminantes; en las últimas décadas este proceso ha experimentado un notable incremento, tanto por la diversidad de contaminantes, como por su magnitud.

La toma de conciencia de esta situación ha obligado a pensar seriamente en la necesidad de preservar la salud de los humanos y la integridad de su medio ambiente y a este fin se dirige una abundante legislación aparecida durante los últimos años.

Las clasificaciones de toxicidad no pueden limitarse solamente a la capacidad de provocar intoxicaciones agudas, dado el prolongado uso o contacto que el hombre puede tener con estas sustancias, por lo cual las tendencias actuales centran sus objetivos en la valoración de la capacidad para inducir trastornos tóxicos a largo plazo, no sólo los procesos crónicos, sino también la carcinogénesis, la toxicidad en la reproducción y los efectos en el genoma.

Entre las sustancias más usadas por el hombre y que han pasado a formar parte del medio ambiente se encuentran los plaguicidas; la humanidad ha obtenido grandes beneficios con su uso, a tal punto que éstos se han convertido en una necesidad de la civilización.

El empleo de los plaguicidas crece continuamente, como forma eficaz de defender e incrementar las cosechas y hacer frente a los vectores de numerosas enferme-

dades, lo cual ha traído como consecuencia que grandes cantidades se hayan dispersado por toda la superficie de la Tierra. El aire, el suelo y, por supuesto, los alimentos retienen en parte esas sustancias que, con frecuencia, son ingeridas por los seres vivos para quienes no habían sido elaboradas, conservando sus propiedades activas.

Son problemas actuales su persistencia en el medio ambiente, su concentración y transformación en los organismos —uno de los de mayor trascendencia—, la acción desarrollada por pequeñas cantidades aportadas por el medio que circunda al ser humano, ya que al estar destinados a destruir especies o eslabones tróficos intermediarios en las cadenas vegetal y/o animal, lógicamente a las dosis oportunas también serán tóxicos para las restantes especies.

Es por eso que los principales objetivos de la toxicología experimental de plaguicidas es poder predecir o pronosticar los riesgos de estos productos para la salud humana. No solamente los riesgos de intoxicaciones agudas por dosis altas, sino también la posibilidad de predecir lesiones crónicas como consecuencia de la absorción de dosis pequeñas por períodos largos de tiempo.

La toxicología experimental de plaguicidas no ha seguido el mismo desarrollo que su toxicología analítica y clínica; son pocos los centros de América Latina donde se pueden realizar todos los ensayos para la evaluación toxicológica de un plaguicida. La precisión del pronóstico depende de los tipos de ensayos y de la calidad de su ejecución; los que son complejos requieren de un personal calificado y utilizan gran cantidad y variedad de animales de laboratorio, los cuales se man-

tienen en algunas pruebas por períodos de tiempo largos (hasta dos años).

Los estudios que la OMS propone en la evaluación toxicológica de un plaguicida se resumen en el Cuadro 1.

Con la valoración e interpretación toxicológica rigurosa de los resultados de estos ensayos es posible conocer los principales riesgos de su uso y calcular la dosis o ingestión diaria admisible (IDA) para el hombre.

Sin embargo, la creciente amplitud y extensión de los estudios sobre toxicidad, impacto ambiental y características de los residuos que exigen las autoridades encargadas de la aprobación y registro oficial hacen cada vez más difícil obtener éxito en la producción de un nuevo plaguicida; el proceso de desarrollo desde su síntesis a su comercialización recorre un largo camino.

CUADRO 1

ESTUDIOS PARA LA EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE PLAGUICIDAS (OMS)

- Toxicidad aguda. Determinación de LD₅₀ vía oral y dérmica.
- Pruebas de irritación ocular y dérmica.
- Alimentación en animales de experimentación (1/10 de la vida del animal con ración adicionada con el plaguicida).
- Alimentación en animales de experimentación (más de la mitad de la vida del animal con ración adicionada con el plaguicida).
- Evaluación de acción cancerígena.
- Estudios generacionales (en tres generaciones sucesivas de animales con ración adicionada con el plaguicida).
- Acción mutagénica.
- Acción teratogénica.
- Acción neurotóxica.
- Absorción, biotransformación en el organismo y eliminación.

Regulaciones metodológicas cubanas para la evaluación toxicológica de plaguicidas

Las regulaciones metodológicas indispensables para la evaluación toxicológica de plaguicidas en Cuba contempla las cuestiones siguientes (ver Cuadro 2).

Estudios toxicológicos primarios

Toxicidad aguda

Los ensayos de toxicidad por administración única brindan información acerca de los probables efectos de una sobredosis aguda en el hombre y son útiles para el diseño de los estudios por administración continuada en las especies animales adecuadas. Esto permite detectar los síntomas de toxicidad aguda y determinar las condiciones de la muerte, calculándose la LD₅₀ y la relación dosis-efecto.

Los animales se observarán a intervalos regulares, registrándose los síntomas de toxicidad, momento de su primera manifestación, gravedad y tiempo de permanencia, progresión, momento y características de las muertes. Se realizó la autopsia a todos los animales y el examen histológico de los órganos que presentan modificaciones macroscópicas al final del estudio.

Estos ensayos será necesario realizarlos por vía oral, dérmica, inhalatoria e intraperitoneal, manteniendo un período de observación generalmente de 14 días y no menor de 7 días.

Irritación dérmica y ocular

Es esencial conocer los posibles efectos de los plaguicidas en la piel y las mucosas, ya que durante su manufactura y manipulación puede producirse el contacto con ellos.

Las formulaciones contienen generalmente otras sustancias, además del plaguicida, por lo que se hace necesario evaluar los efectos irritantes de las formulaciones y de las diluciones propuestas para su aplicación. Para estos estudios se utilizan preferentemente curieles y conejos.

CUADRO 2

ESTUDIOS PARA LA EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE PLAGUICIDAS EN CUBA

Estudios toxicológicos primarios:

- Toxicidad aguda.
- Irritación dérmica y ocular.
- Efectos sensibilizantes.
- Toxicidad a corto plazo.

Estudios toxicológicos posteriores:

- Potencial mutagénico.
- Productos de degradación.
- Estudios metabólicos en animales.
- Efectos retardados.
- Potenciación.
- Pruebas del efecto neurotóxico.
- Toxicidad a largo plazo (crónica).
- Estudios en la función reproductora.
- Potencial cancerígeno.
- Potencial inmunotóxico.
- Toxicidad por inhalación.

Efectos sensibilizantes

El animal modelo más adecuado para realizar estas pruebas es el curiel, pues se considera que una respuesta de sensibilización positiva en los curieles indica que la sensibilización puede ocurrir en el hombre, aunque un resultado negativo en los curieles no siempre es un índice de no sensibilización en el ser humano.

Toxicidad a corto plazo

Estos estudios suministran información sobre la cantidad del plaguicida que puede ser tolerada sin un efecto tóxico bajo las condiciones del ensayo, obteniéndose datos útiles acerca del riesgo de exposición de los trabajadores que lo manipulan y sus resultados ayudan en el diseño de los ensayos de toxicidad crónicos.

En la confección de su protocolo de experimentación hay que tener en cuenta factores, como: características físico-químicas del compuesto, resultados de los estudios de toxicidad aguda, uso propuesto del plaguicida, tipo de formulación, exposición posible de la población y condiciones de exposición ocupacional.

Cuando la exposición ocupacional es una de las más importantes, es necesario realizar los experimentos por vía dérmica e inhalatoria.

Se evalúan los signos de toxicidad y cambios patológicos, posibles efectos acumulativos, reversibles y retardados, así como la información obtenida sobre el modo de acción del plaguicida.

Entre los objetivos de estos ensayos está el determinar el nivel de efecto adverso no observable (NOAEL) y obtener la información relevante para determinar el factor de seguridad a aplicar en la extrapolación al humano.

Estudios toxicológicos posteriores

Potencial mutagénico

Las pruebas que evalúan el potencial mutagénico deben detectar las modificaciones del material genético, tanto espontáneas, como inducidas química o físicamente, que afectan al individuo o a la célula y que provocan una variación permanente y hereditaria de las generaciones siguientes de individuos o de células respecto a los precedentes.

La evaluación de potencial mutagénico de un plaguicida requiere de una batería de ensayos destinados a detectar las características esenciales de daños genéticos, en particular, las mutaciones génicas, las cromosómicas y las del genoma. Se recomienda emplear una batería de pruebas que contemple la evaluación de cada una de las cuatro categorías siguientes:

- Ensayos de mutaciones génicas en bacterias.
- Ensayos *in vitro* de aberraciones cromosómicas en las células de mamíferos.
- Ensayos de mutaciones génicas en el sistema eucariota.
- Ensayos *in vivo* de lesiones genéticas.

Al evaluar los resultados se tendrá en cuenta fundamentalmente la naturaleza de los efectos más que su número, así como se deben considerar los datos de farmacocinética, metabolismo, perfil completo de toxicidad, utilización prevista del plaguicida, nivel y tiempo de exposición, grupos expuestos, etcétera.

Productos de degradación (metabolitos), productos tóxicos de la reacción con los constituyentes de los alimentos

Los productos de la degradación o los metabolitos pueden ser más tóxicos que los compuestos iniciales, por lo que es fundamental determinar los productos formados por la reacción del plaguicida con constituyentes de los alimentos, las impurezas o productos secundarios formados en el producto técnico y si los metabolitos formados en las plantas o fuera de ellas son diferentes a los formados en los animales.

Estudios metabólicos en animales

Los estudios de toxicocinética en animales deben ser ejecutados con el plaguicida y con sus metabolitos.

Efectos retardados

Estos efectos se observan en los animales que sobreviven a dosis cercanas a la letal en los estudios agudos o en los animales de los ensayos a corto plazo después de cesar la dosificación del plaguicida manteniéndolos durante varios meses y siendo examinados con el objetivo de detectar efectos tóxicos que se manifiestan con posterioridad a la exposición.

Potenciación

Estos estudios investigan la posibilidad de que el efecto tóxico del plaguicida sea potenciado por otro componente de la formulación o por cualquier sustancia química del medio ambiente que pudiera ser otro plaguicida usado conjuntamente.

Pruebas del efecto neurotóxico

Estas evaluaciones se ejecutan en los casos en que se tengan evidencias de tales efectos producto de un análisis de estructura/actividad, en el caso de tener una estructura química similar con compuestos neurotóxicos o cuando se han evidenciado en otras pruebas.

Se desarrollan una serie de ensayos sucesivos que pueden ir incrementando su sensibilidad y especificidad en dependencia de los resultados obtenidos en ensayos precedentes. Éstos permitirán tener una dimensión de los efectos, postular algunas hipótesis sobre los sitios y modo de acción probables, teniendo en cuenta, además de su sensibilidad y especificidad, su reproducibilidad, de manera que sus resultados sean confiables en la detección de un tipo específico de cambio funcional o estructural, lo cual permitirá detectar efectos neurotóxicos retardados —fundamentalmente en organofosforados— y acumulativos.

Toxicidad a largo plazo (crónica)

Los estudios de toxicidad a largo plazo ponen de manifiesto todos los efectos toxicológicos importantes debido al tratamiento y permiten obtener el NOAEL y evaluar la reversibilidad de los cambios tóxicos.

La ejecución de estos ensayos se lleva a cabo si el plaguicida ha inducido efectos mutagénicos o daños cromosómicos, si ha inducido efectos clínicos, morfológicos o hematológicos adversos o si ha dañado algún órgano diana en los estudios a corto plazo los que pudieran ser considerados significativos en exposición crónica a bajas dosis, si el plaguicida o uno de sus

metabolitos tienen una estructura similar a la de carcinógenos conocidos.

Los animales han de ser observados a intervalos regulares. La frecuencia de este seguimiento está en función de las manifestaciones de toxicidad y de la toxicocinética del plaguicida, controlándose, además de la ingesta de agua y alimentos, el peso corporal, las variables hematólogicas y bioquímicas, el análisis de orina, el examen oftalmológico y el electrocardiográfico, su comportamiento general, la autopsia y la histopatología.

Al finalizar los experimentos se recomienda el examen macroscópico y microscópico del bazo, timo y nódulos linfáticos con el objetivo de evidenciar cualquier efecto sobre el sistema inmunológico y, en consecuencia, la necesidad de realizar otras pruebas.

Estudios de la función reproductora

El objetivo fundamental que se persigue al realizar estos ensayos es la evidente necesidad de garantizar la salud de las generaciones futuras producto de la exposición continuada a bajas concentraciones de plaguicidas a las cuales se ha venido sometiendo el hombre durante las últimas décadas.

En general, ponen de manifiesto cambios en la fertilidad o en la producción de crías anómalas por daños en los gametos masculinos y/o femeninos; interferencia en las fases previas a la implantación y de implantación en el desarrollo del embrión, efectos tóxicos en el embrión y en el feto; cambios en la fisiología materna que producen efectos secundarios sobre el embrión o en el feto; efectos sobre el crecimiento y desarrollo del útero o de la placenta; interferencia en el parto; efectos sobre el de-

sarrollo posnatal y la cría de la progenie; lactancia materna; y efectos posteriores sobre la progenie.

Para la evaluación de los parámetros anteriores se realizan tres ensayos, los cuales evidencian cada uno el posible efecto en la reproducción en diferentes etapas del desarrollo reproductivo:

- Estudio de fertilidad y de la capacidad reproductiva.
- Estudio de embriotoxicidad y teratogenicidad.
- Estudios perinatales y posnatales.

Se debe considerar la toxicocinética del plaguicida en el animal preñado, determinándose el nivel de exposición del feto en la medida que sea posible técnicamente. Se evaluarán diferentes parámetros, como: cuerpos lúteos; implantaciones; sexo y peso fetal; anomalías externas, óseas y de los órganos internos; muertes embrionarias; y efectos tardíos sobre la progenie producto de la exposición al agente en términos de defectos auditivos, visuales, de comportamiento y en su capacidad reproductora.

Pruebas del potencial cancerígeno

Las pruebas del potencial cancerígeno son requeridas cuando: la sustancia o sus metabolitos tienen una estructura química que sugiere un carcinógeno potencial y en los casos en que la sustancia pertenece a un grupo químico cuyos miembros tienen pruebas positivas carcinogénicas o se ha encontrado positividad en estudios epidemiológicos en algún miembro, su patrón de toxicidad o de retención a largo plazo, incluidos sus metabolitos, sugieren un riesgo, los resultados de las pruebas de mutagenicidad y/o carcinogenicidad a corto plazo dan indicios de positividad.

Dadas las características de estos ensayos es necesario realizarlos en especies que se sepa son sensibles a uno o

más agentes cancerígenos y que no presenten elevada incidencia de formación espontáneas de tumores, pues estos ensayos durarán la mayor parte de la vida media de la especie animal o durante toda la vida de los animales.

A causa del prolongado período de tiempo en que transcurren estas pruebas hay que poner especial atención a las condiciones de vida, estabulación, variables ambientales, nutrientes, contaminantes, ingesta de agua y alimentos, etcétera, a fin de asegurar la estabilidad de los experimentos.

Al final de los ensayos debe realizarse la autopsia completa, exámenes histológicos, análisis hematológicos y bioquímicos y la incidencia de tumores.

Los resultados se evaluarán en términos de incidencia total de animales con tumores; incidencia total de tumores; incidencia de tumores que afecten un tejido específico, incidencia de tumores considerados malignos; y período de latencia hasta la aparición de los tumores, tanto en los animales expuestos, como en los de control.

Pruebas del potencial inmunotóxico

En las evaluaciones de toxicidad a largo plazo se examinan el bazo, el timo y nódulos linfáticos, tanto en estudios macroscópicos, como microscópicos; si se detectan efectos sobre el sistema inmune se continuarán estas pruebas para determinar el efecto inmunotóxico.

Estudios de toxicidad por inhalación

Estas pruebas se realizan cuando: la toxicocinética por vía inhalatoria demuestre diferencias respecto a otras vías de administración, la exposición ocupacional sea fundamentalmente por esta vía, el plaguicida inhalado

pueda ejercer un efecto local en las vías respiratorias a corto o largo plazo.

Se debe tener en cuenta si hay diferencias en el metabolismo por la vía inhalatoria y las otras vías que sean importantes para la interpretación de los resultados.

Animales control

Son requeridos en la ejecución de todas las evaluaciones toxicológicas y su importancia es vital en la valoración e interpretación biológica y estadística de los resultados, sirviendo como referencia en la evaluación de los efectos tóxicos observados en los animales expuestos.

Estos animales deben ser mantenidos bajo las mismas condiciones de observación, estudio y cuidados que los expuestos. En la mayoría de los ensayos están destinados a controlar los efectos del vehículo o los vehículos en que se ha formulado el compuesto o que se utiliza para su administración a los animales bajo tratamiento. Aunque en otros estudios —por ejemplo, los de mutagénesis, carcinogénesis y los de la función reproductora— resultan útiles para evaluar los eventos espontáneos y la sensibilidad del sistema de ensayo ante un agente con efectos probados.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALMEIDA, W.: *Toxicología experimental de pesticidas como base para su reglamentación. Toxicología analítica y experimental*, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1984, p. 99.

2. *Concernat la Mise Sur le Manché des Produits Phytopharmaceutiques*, 91/1414//CCE, Consejo de la Comunidad Económica Europea, Madrid, julio de 1991.
3. GARCÍA, J.: *Estudio sobre contaminación del medio e impregnación humana por plaguicidas organoclorados en la República Argentina. Toxicología analítica y experimental*, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1984, p. 127.
4. IPCS: *Environmental Health Criterio 104. Principles for the Toxicological Assessment of Pesticide Residues*, Food World Health Organization, Génova, 1990.
5. KURTZ, P. J., R. DESKIN y R. HARRINGTON: *Pesticide. Principles and Methods of Toxicology*, segunda edición, Ed. Wallance y Hayeer, 1988, p. 137.
6. REPETTO, M.: "Determinación experimental de la toxicidad", en revista *Toxicology*, vol. 1, no. 2, 1984, p. 77.
7. ———: "Evaluación de la toxicidad de los plaguicidas biológicos", en revista *Toxicology*, nos. 3-9, 1992.

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD DE LAS AGUAS

CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE ACUÍFEROS Y CONTROL AUTOMATIZADO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Juan R. Fagundo Castillo, Estrella Álvarez Varela, Iliana Vinardell Grandal y José Vega Feliú
Centro Nacional de Investigaciones Científicas

El manejo y control de la calidad de las aguas es uno de los problemas asociados a la contaminación ambiental, el cual requiere la utilización de métodos y técnicas de avanzada que sean capaces de dar una respuesta rápida y eficaz sobre el estado de esos recursos, su posible uso, su evolución al cabo del tiempo, y que permitan tomar medidas para preservar su calidad y evitar su deterioro.

Con el objetivo de conocer la calidad de los recursos hídricos y los cambios que éstos experimentan como resultado de la actividad del hombre, muchos países, entre ellos el nuestro, cuentan con redes de estaciones de monitoreo donde, de manera continua, se registran las condiciones hidrometeorológicas y en forma sistemática se realizan análisis químico-físicos y bacteriológicos de las aguas. Esta actividad genera un volumen de información cuyo procesamiento y uso adecuados es de valiosa

importancia para la mejor administración y explotación de los recursos hidráulicos. (21)

Para el procesamiento de los datos hidrológicos e hidroquímicos que se crean en las estaciones y redes de monitoreo se pueden emplear paquetes de programas estadísticos de uso general y *software* específicos. Las determinaciones analíticas pueden garantizarse empleando equipos electrónicos que dispongan de electrodos selectivos y otros sensores, como los de pH y conductividad eléctrica. Estos métodos automatizados se utilizan también en las plantas de tratamiento para controlar los indicadores de calidad. En este trabajo se describen las características de un equipo electrónico diseñado con el objetivo de controlar la calidad de las aguas en términos de pH, conductividad eléctrica, así como total de sólidos disueltos y concentraciones iónicas, determinados estos últimos mediante correlaciones matemáticas entre la conductividad y la composición química a una temperatura constante (25° C).

Los sistemas automatizados se emplean en el procesamiento de datos hidroquímicos e hidrológicos y permiten la caracterización de los recursos hídricos en las cuencas y redes desde el punto de vista químico-físico. (5, 15, 35) Ejemplos de aplicación de algunos de estos paquetes de programas han sido presentados en trabajos recientes. Los algoritmos y el equipo electrónico de medición han sido desarrollados por especialistas del CNIC. Los datos se miden en el campo mediante un equipo electrónico que mide conductividad eléctrica, pH y temperatura, puede trabajar con baterías o corriente eléctrica. El sensor del equipo puede ser una celda de conductividad estándar o una sonda de 100 m.

Vinculación con programas nacionales e internacionales

Una de las aplicaciones previstas para el empleo de los sistemas automatizados de control de la calidad de las aguas está relacionada con el Programa de los Cambios Globales que dirige el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Debido al recalentamiento que ha estado sufriendo el Planeta, como consecuencia de la actividad del hombre y en concordancia con los acuerdos tomados en la Conferencia Cumbre sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, muchos países del mundo, entre ellos el nuestro, se han comprometido a realizar esfuerzos para llevar a cabo estudios detallados sobre las consecuencias de ese impacto en diferentes ecosistemas y cuestiones de la vida del país. En Cuba, uno de los asuntos a evaluar es el efecto del impacto humano y los cambios globales en el ciclo hidrológico, lo cual constituye uno de los programas científico-técnicos del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente —Programa los Cambios Globales y la Evolución del Medio Ambiente Cubano—.

De acuerdo con los pronósticos, como consecuencia de los cambios climáticos para el 2040, se debe producir un aumento de 3,0° C en la temperatura media atmosférica; cambios en el régimen de precipitaciones; una disminución del oxígeno disuelto en las aguas; un aumento de medio metro del nivel oceánico mundial, además de otras variaciones.

En los acuíferos litorales se debe producir un aumento de la salinidad debido a la penetración marina y, como consecuencia de ello, el escurrimiento subterráneo en condiciones de mezcla debe incrementar la permeabili-

dad del acuífero, sufriendo la calidad del agua un mayor deterioro. Este proyecto permitirá simular estos procesos, establecer sistemas de monitoreo en áreas experimentales, hacer pronósticos y tomar medidas. Mediante éste se realizarán investigaciones y servicios científico-técnicos con el uso de tecnologías de avanzada —métodos analíticos, *software*, equipos de medición, registro y adquisición de datos— con vistas a evaluar la calidad de las aguas y estudiar la respuesta hidrogeoquímica de los acuíferos como consecuencia del impacto humano y los cambios globales, contribuyendo de esta manera a solucionar problemas relacionados con el medio ambiente, especialmente en las regiones más vulnerables —por ejemplo, como los acuíferos cársicos— y las regiones sometidas a la explotación minera y turística por empresas mixtas.

En las reuniones de las Comisiones de Expertos constituidas para la creación del Subprograma Ciclo Hidrológico, perteneciente a este Programa, se acordó que el CNIC evaluara la respuesta hidrogeoquímica en los acuíferos cársicos costeros, como consecuencia de los mencionados cambios —el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) es el ejecutor principal del Subprograma—. Esta decisión se debió a la experiencia acumulada y a los sistemas de programas y equipos desarrollados por el colectivo del CNIC. Este Programa Científico-Técnico constituye uno de los de máxima prioridad en el país.

En el contexto internacional estos programas han sido utilizados para caracterizar los acuíferos cársicos litorales, como parte de un programa de colaboración iberoamericana en el que han participado el CNIC y las universidades españolas de Castellón, Huelva y Granada. Además, algunos de estos sistemas han sido aplicados en la universidad francesa de Bordeaux.

Fundamentación teórica

Las aguas naturales adquieren su composición química mediante un complejo proceso de interacciones químico-físicas en las que intervienen, además, factores de tipo hidrogeológicos, climáticos, microbiológicos y ambientales. Debido a que en un mismo sitio o área con cierta homogeneidad desde el punto de vista hidrogeológico muchos de estos factores se hacen constantes, las aguas tienden a presentar a través del tiempo un mismo patrón hidrogeoquímico. Por esa razón, es posible encontrar relaciones matemáticas simples entre la composición química de cada macrocomponente iónico y la conductividad eléctrica. (12)

El modelo matemático más sencillo y justificable físicamente, mediante el cual se pueden ajustar los datos de concentración iónica contra conductividad eléctrica del agua, es el de la línea recta que pasa por el origen de coordenadas. Los experimentos cinéticos de disolución de rocas carbonatadas por un agua que contiene un cierto contenido de CO_2 pueden servir de base para tal consideración. Tomando como ejemplo la disolución de una dolomita, la reacción puede ser expresada por la ecuación de equilibrio:



Se demuestra que la composición iónica, así como la conductividad eléctrica (CE) de las aguas, en determinadas condiciones experimentales, pueden ser determinadas mediante la expresión:

$$C_i = C_{eq} (1 - e^{-kt_i})$$

Donde:

C_i , es la composición iónica;

C_{eq} , es la concentración iónica en el estado de equilibrio;

k_i , es la constante de velocidad correspondiente a cada i variable que interviene en la reacción (HCO_3 , Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; y CE);

t , es el tiempo de reacción.

En estos experimentos cinéticos se demuestra también que las k_i son del mismo orden, por lo que la variación en el tiempo de la concentración de cada uno de los iones involucrados en la ecuación de equilibrio sigue una expresión exponencial similar. Si se relacionan, entonces, las concentraciones de estos iones con la conductividad eléctrica se encuentra que los datos se ajustan significativamente a ecuaciones lineales con intercepto igual a cero, (15) cuyas pendientes dependen directamente de la composición química del agua y, en última instancia, de la composición mineralógica de la roca utilizada en el experimento.

Un comportamiento similar se observa al ajustar los datos hidroquímicos procedentes de un acuífero, obtenidos secuencialmente en un mismo sitio, un tiempo después de ocurrida una precipitación o al cabo de uno o más años hidrológicos. En este caso, el proceso cinético es más complejo que el efectuado en el laboratorio. Sin embargo, si en él no se producen mezclas de aguas de diferente naturaleza hidrogeológica, los datos tienden a ajustarse bien a un modelo matemático similar al empleado en el experimento cinético de laboratorio: la ecuación de primer grado que pasa por el origen de coordenadas. (20, 25)

La conductividad eléctrica es uno de los parámetros más frecuentemente empleados para el control de la calidad de las aguas. (31) Ésta se correlaciona con la sumatoria de la concentración de los iones mayoritarios disueltos en aguas y, a menudo, con la concentración de algún ion simple. (27) También han sido encontradas

relaciones empíricas entre la conductividad eléctrica y una serie de parámetros químico-físicos característicos de las aguas naturales: mineralización en términos de residuo seco, (8, 30) de sólidos solubles totales, (28) suma de aniones y cationes, (30) salinidad, (2, 26) fuerza iónica, (27, 33) dureza, (9) etcétera. Sin embargo, según Hem, debido a las variaciones de composición no existe una relación estrecha entre la conductividad eléctrica y el residuo seco o contenido iónico. (27) Respecto de la concentración iónica sólo se han encontrado correlaciones altamente significativas con los iones más abundantes, lo que ha limitado aparentemente el uso de ecuaciones de regresión en el control de la calidad de las aguas en forma extensiva. (10)

Tal como indica Miller y sus colaboradores, la conductividad eléctrica teórica puede ser expresada en función de la concentración iónica y la conductividad específica equivalente a dilución infinita mediante la expresión: (31)

$$CE_t = \sum_{i=1}^n (\alpha_i C_i S_i)^f$$

Donde:

CE_t , es la conductividad eléctrica teórica;

α_i , es la fracción de iones libres presentes cuyo valor tiende a 1 cuando la mineralización del agua es pequeña;

C_i , es la concentración iónica;

S_i , es la conductividad específica equivalente a dilución infinita;

f , es un factor exponencial que depende de la concentración y del tipo de agua.

Si la conductividad y concentración varían en un intervalo discreto, los valores de C_i y CE_t tienden a ajustarse significativamente mediante el modelo de la línea recta con intercepto cero, en forma similar a lo que ocurre

en el medio natural cuando el proceso de adquisición de la composición química del agua es controlada por un solo factor.

Sin embargo, este comportamiento no se cumple cuando más de un factor es determinante en el mecanismo de ganancia iónica del agua, por ejemplo, cuando influyen los fenómenos de mezcla, como ocurre en las regiones cársicas litorales donde las aguas adquieren su composición a partir de los aportes procedentes del acuífero y del mar.

En este caso, el modelo de mejor ajuste puede ser un polinomio de segundo grado (16, 20) o una línea recta con intercepto diferente de cero. (26) Si los datos son previamente separados mediante un método de reconocimiento de patrones, entonces se obtienen mejores resultados por modelos lineales para cada patrón hidrogeoquímico. (20) J. R. Fagundo y otros han estudiado la relación entre la litología —así como otros factores— y la naturaleza de las ecuaciones de dependencia matemática entre la concentración iónica y la conductividad eléctrica, demostrando que en una región determinada, donde muchos de los factores que determinan el modo de adquisición de la composición química de las aguas se hacen constantes, es posible controlar la composición química mediante mediciones de conductividad eléctrica, lo cual ha permitido la creación de algoritmos y sistemas de computación con estos objetivos.

Descripción de los software

Los sistemas de procesamiento de datos hidroquímicos e hidrológicos han sido implementados en Turbo Pascal, versión 5.5, con estructura de base similares o transformables entre sí por medio de los propios sistemas. La

entrada de datos se puede realizar mediante el teclado de la computadora o a partir de ficheros previamente creados en lenguaje dBase III y convertidos a un formato estándar para que puedan ser procesados por los paquetes de programas.

A continuación se describe brevemente cada sistema:

Sistema automatizado para el procesamiento de datos hidroquímicos (SAPHIQ): es un sistema (versión 2) cuyo objetivo es procesar datos hidroquímicos con vistas a encontrar propiedades químico-físicas de las aguas que permitan su caracterización espacial desde el punto de vista hidroquímico; obtener relaciones o índices geoquímicos que faciliten la interpretación de los procesos de interacción de las aguas con el medio físico-geográfico y geológico por donde se mueven; obtener información de carácter hidrológico e hidrogeológico; y evaluar la variación temporal de diferentes variables, lo cual brinda información, en forma indirecta, de las características del drenaje en la cuenca.

A partir de los valores de los principales parámetros químico-físicos, expresa las concentraciones iónicas en diferentes unidades (meq/L; mg/L; % meq/L), calcula la dureza, la mineralización en diferentes expresiones, determinando en cada caso los principales estadígrafos del fichero. También determina la conductividad eléctrica teórica, según los modelos de Dudley y Miller, las relaciones iónicas de interés geoquímico, así como los índices de agresividad de las aguas sobre la base de los modelos de Tillman-Trombe —pH, pH de saturación y CO₂ en equilibrio— y de Back y sus colaboradores —fuerza iónica, relación de saturación de la calcita, (RSC), relación de saturación de la dolomita (RSD), relación de saturación del yeso (RSY) y CO₂ en equilibrio. Permite, además, la representación gráfica de tempe-

ratura, pH, CO₂, conductividad eléctrica, mineralización (TSS, ΣC_i , Σm), CaCO₂, RSC, RSD y RSY en función del tiempo y de la dureza. También se representan los valores de pH y dureza en el Diagrama de Tillman-Trombe modificado por Muxart. Las series cronológicas que se muestran en los gráficos pueden ser utilizadas para evaluar tendencias y hacer pronósticos sobre la calidad de las aguas de los sitios estudiados. (6)

Sistema para el procesamiento de datos geoquímicos y de calidad de aguas (GEOQUIM): es un sistema de procesamiento estadístico que utiliza una base de datos mayor que SAPHIQ con el objetivo de correlacionar los diferentes indicadores geoquímicos y de calidad de las aguas. (36) Calcula la matriz de correlación de todos los datos, la frecuencia de distribución y los principales estadígrafos de cada parámetro, así como las ecuaciones de correlación de cada pareja seleccionada. Permite encontrar relaciones recíprocas entre las variables que expresan las propiedades químico-físicas de las aguas —temperatura, pH, conductividad eléctrica, macro y microcomponentes, gases disueltos—, así como otros indicadores de calidad de las aguas —turbiedad, color, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y los componentes del ciclo de nitrógeno—. Asimismo, permite determinar la distribución de frecuencia de esas magnitudes y las ecuaciones de regresión correspondientes. El objetivo de este tratamiento estadístico es encontrar asociaciones entre variables que permitan inferir un origen común y el efecto de los diferentes factores que determinan las propiedades químico-físicas y la calidad de las aguas.

Sistema automatizado para el monitoreo de las aguas (SAMA): determina ecuaciones de dependencia matemática entre la concentración iónica y la conductividad

eléctrica, según un modelo de regresión matemática desde 1^{ro} hasta 5^{to} grado que pasa por el origen de coordenadas. Las ecuaciones de mejor ajuste pueden ser calculadas por tanteo o en forma automatizada sobre la base de la prueba de Fisher. En la segunda parte del sistema se calcula la composición química a partir de valores de conductividad y se comparan los resultados reales con los obtenidos por correlación matemática mediante un índice de similitud y diagramas hidroquímicos de Stiff. (3, 4)

Este sistema tiene el objetivo de encontrar relaciones empíricas de tipo lineal o polinómicas entre las concentraciones iónicas y la conductividad eléctrica de las aguas en estaciones de muestreo sistemático o acuíferos sujetos al control sanitario. Utilizando las ecuaciones determinadas por este sistema, es posible controlar la composición química y la mineralización de las mencionadas aguas mediante simples mediciones de conductividad eléctrica. (3, 4)

Sistema para el control de las aguas afectadas por la Intrusión salina mediante reconocimiento de patrones (BATOMET): opera en forma parecida a SAMA, pero clasifica previamente los datos sobre la base de la relación iónica seleccionada por el usuario; para ello utiliza técnicas de reconocimiento de patrones. Puede crear hasta once subficheros en los que los datos corresponden a un mismo tipo de agua caracterizada por una relación estequiométrica similar entre sus iones. Luego, calcula las correspondientes ecuaciones lineales de correlación. Para el control de la calidad se requiere la programación de los intervalos de conductividad en que cada pozo aprecia los diferentes patrones hidrogeoquímicos. Por último, el sistema ofrece la posibilidad de estudiar como varía la salinidad en términos de concentración de cloruro, total de sólidos solubles y conductividad eléctrica en relación con

la profundidad. Esto resulta muy útil para determinar el nivel estático y la profundidad a que se encuentra el agua dulce y el agua de mar, así como los indicadores de salinidad. (37)

Sistema automatizado para la simulación de los procesos cinéticos de disolución de minerales y para la simulación matemática (SIMUCIN): es un sistema que ha sido diseñado para realizar los cálculos que requiere la cinética de los procesos de interacción agua-roca en experimentos de laboratorio, así como su simulación matemática, relaciones matemáticas entre parámetros; valor de la constante de velocidad k y el exponente empírico n ; determinación de la concentración de los iones involucrados en la reacción cinética y la conductividad eléctrica al cabo del tiempo, según los modelos teóricos. Mediante varias opciones gráficas, el sistema representa la evolución temporal de la composición química de las aguas, la variación en el tiempo de la constante de velocidad y los resultados de la simulación matemática de los experimentos cinéticos. Utilizando este sistema se puede evaluar con rigor científico el papel del medio rocoso del acuífero en la calidad de las aguas. (7)

Equipo electrónico

El equipo fue diseñado para el control de algunos indicadores de calidad en condiciones de campo —aunque también puede ser adaptado para trabajar en el laboratorio—. Mediante este equipo se pueden hacer mediciones de pH, temperatura, milivolt —potencial de oxidación-reducción— y conductividad eléctrica en aguas superficiales o subterráneas. La conductividad se puede

medir directamente con una celda o mediante una sonda de 100 m, lo cual posibilita las mediciones del nivel, de la temperatura y de la conductividad de las aguas estratificadas —presas, lagunas, pozos, etcétera—, siendo especialmente útil para el control de la salinidad en acuíferos litorales afectados por la intrusión salina. Las mediciones en estos equipos poseen una precisión adecuada y son presentadas en una pizarra digital.

Algunos ejemplos de aplicación

El sistema SAPHIQ ha sido utilizado para caracterizar las aguas del polígono experimental del Pan de Guajabón, —en la cuenca del río San Marcos, Sierra del Rosario, Pinar del Río— donde se desarrollaron estudios hidrológicos e hidroquímicos en el período comprendido entre enero de 1984 y junio de 1989. (16, 18, 21, 32) También se ha empleado para caracterizar aguas subterráneas en llanuras cársicas, (16, 22, 24) en la región yesífera de Punta Alegre (17) y en la cuenca del Cauto. (23, 34)

El sistema GEOQUIM (5, 36) es muy adecuado para procesar datos de la red de control de calidad del INRH y del Instituto Nacional de Higiene y Epidemiología (INHEM). También pueden utilizarse los datos hidroquímicos del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) para la búsqueda de anomalías geoquímicas. (36)

El sistema SAMA ha sido ampliamente utilizado para el control de la composición química de las aguas en cuencas y redes de control de la calidad de las aguas del INRH; ejemplos de su aplicación aparecen en varios trabajos. (16, 20, 23) Asimismo, se ha empleado para el control de la composición de las aguas minerales. (14)

El sistema BATOMET ha sido empleado para el control de la calidad de las aguas de los pozos de la red de observaciones sistemáticas del INRH en las regiones de

Bolondrón y Zapata, provincia de Matanzas; (16, 22) en la cuenca Sur de la Habana; (1 24) y en la llanura meridional de Pinar del Río. (20) Las aguas cársicas en estos tipos de acuíferos litorales se encuentran estratificadas debido a la mezcla con el agua de mar. Recientemente se ha empleado el sistema BATOMET, junto con los sistemas SAPHIQ y SAMA, en la evaluación y control de la salinidad de las aguas de la cuenca del río Cauto (34, 23) donde las aguas experimentan drásticos cambios de salinidad en breves intervalos de tiempo.

El sistema SIMUCIN ha sido utilizado para simular los procesos de interacción entre las aguas naturales y las rocas de los materiales acuíferos cársicos. (7, 13)

Conclusión

En resumen, estos sistemas ofrecen ventajas en la caracterización hidrogeoquímica de cuencas y redes de control de calidad. Además, permiten evaluar los diferentes tipos de aguas, su variación estacional en distintos intervalos de tiempo y su grado de agresividad y saturación respecto a los minerales constituyentes de las rocas por donde discurren estas aguas.

El sistema SAPHIQ permite hacer estudios hidrogeoquímicos, chequear la precisión de los datos, corregir valores defectuosos, obtener los estadígrafos más usuales de la estadística descriptiva. Posibilita hacer correlaciones gráficas en función del tiempo de muchas variables hidroquímicas, obteniéndose el coeficiente de variación de esas magnitudes, lo que permite interpretar el comportamiento de las aguas en relación con los efectos externos —régimen de lluvia, temperatura, etcétera—.

El sistema GEOQUIM está orientado al procesamiento estadístico de datos hidroquímicos caracterizados por presentar un número apreciable de parámetros

—macro y micro constituyentes, así como índices de calidad—.

Una vez caracterizadas desde el punto de vista hidroquímico estas cuencas o redes, el empleo del SAMA brinda la posibilidad de controlar la calidad de esas aguas con simples mediciones de conductividad eléctrica, utilizando para ello relaciones de dependencia matemática entre esta magnitud y la concentración iónica.

El sistema BATOMET se utiliza para caracterizar y controlar la calidad de las aguas cársicas litorales afectadas por la intrusión marina. Su empleo es de gran utilidad para determinar las propiedades geoquímicas de las aguas, interpretar su movimiento en el acuífero, reconocer sus patrones hidrogeoquímicos naturales y los cambios debido a la acción del hombre. Puede emplearse para el control de la composición química de las aguas, tanto en condiciones dinámicas, como estáticas. En este último caso, las mediciones se realizan con un conductímetro acoplado a un electrodo de conductividad mediante una sonda de 100 m de profundidad. Puede sustituir las engorrosas mediciones mediante batometría.

El sistema SIMUCIN es de gran utilidad para estudiar los procesos cinéticos de interacción agua-roca a escala de laboratorio con el objetivo de simular los procesos naturales en cuencas subterráneas o redes hidrológicas.

El equipo electrónico mide en el campo diferentes parámetros de calidad —pH, temperatura, conductividad eléctrica y potencial redox— y controla la salinidad de los pozos hasta 100 m de profundidad mediante una sonda.

Los *software* y el equipo creado constituyen una herramienta muy útil para la caracterización, monitoreo y control automatizado de la calidad de las aguas naturales y minerales. Los *software* son novedosos y eficientes, se basan en sólidos principios químico-físico e hidrogeológico.

cos. Los resultados del trabajo en que han sido aplicados han recibido una gran acogida en la comunidad científica nacional y extranjera, resolviendo problemas de carácter práctico. Su introducción en el país ha sido generalizada en el INRH y ha comenzado a emplearse en el campo del termalismo y la docencia, así como por especialistas de España y Francia.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABELLÓ, I., J. R. FAGUNDO, P. M. GARRIDO e I. VINARDELL: "Procesamiento de datos hidroquímicos con intrusión salina mediante la combinación de métodos de estadística multivariada y de reconocimiento de patrones", en *El Karst y los acuíferos kársticos, ejemplos y métodos de estudio*, ed. A. Pulido Bosch, J. Fagundo y J. Rodríguez, Universidad de Granada, Granada, 1995, pp. 207-1997.
2. ACCERBONI, E. y F. MOSSETTI: "A Physical Relationship among Salinity, Temperature and Conductivity in Sea Water", en *Bolletino di Geofisci Teorica ed Applicata*, 9(34), 1967, pp. 87-96.
3. ÁLVAREZ, E., I. VINARDELL, J. R. FAGUNDO, E. REGUERA y M. E. CARDOSO: "Evolución química y relaciones empíricas en aguas naturales. II-Sistema automatizado para el monitoreo de las aguas", en *Voluntad Hidráulica*, no. 83, INRH, La Habana, 1990, pp. 15-25.
4. ÁLVAREZ, E., I. VINARDELL, J. R. FAGUNDO, J. VEGA y E. REGUERA: "Sistema automatizado de tratamiento de datos hidroquímicos para el chequeo de la calidad de las aguas", en *Estudios Geológicos*, 45(5-6), Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, pp. 409-414.

5. —————: "Sistemas para el procesamiento de datos hidroquímicos: SAPHIQ, GEOQUIM, SAMA y BATOMET", en *Cuencas experimentales en el Karst*, Universidad Jaume I, Castellón, pp. 184-194.
6. —————: "SAPHIQ, un sistema para el procesamiento automatizado de datos hidroquímicos", en *Revista CNIC Ciencias Químicas*, 22(1), CNIC, La Habana, pp. 59-65.
7. —————: "SIMUCIN: sistema para el estudio cinético y la modelación de las reacciones de disolución de minerales", en *El Karst y los acuíferos kársticos, ejemplos y métodos de estudio*, ed. A. Pulido Bosch, J. Fagundo y J. Rodríguez, Universidad de Granada, 1995, pp. 209-213.
8. BAKALOWICZ, M.: "Géochimie des laux d'aquifères arstiques relation entre mineralisation et conductivité", en *Ann Spéleológ*, 21 (2), Annales de Speleologie, 1974, pp. 167-173.
9. BRAY, L. G.: *Rapid Agressiveness Assesment using Conductimetry*, 7th Ecological Congress, Shiffield, 1977, pp. 61-71.
10. DRAKE, J. J. y D. C. FORD: "Hydrochemistry of the Athabasca and North Ssakatohevan River and Rocky Mountain in Canada", en *Water Research*, 10(6), 1974, pp. 1192-1198.
11. FAGUNDO, J. R.: "Caracterización de acuíferos mediante relaciones entre contenidos iónicos y parámetros químico-físicos", en *Revista CNIC Ciencias Químicas*, 16 (2), La Habana, 1985, pp. 321-325.
12. —————: "Evolución química y relaciones empíricas en aguas naturales. Efectos de los factores geológicos, hidrogeológicos y ambientales", en *Hidrogeología*, 5, Granada, 1990. pp. 33-46.

13. FAGUNDO, J. R., E. ÁLVAREZ, G. BENÍTEZ, V. FERRERA y J. VEGA: *Simulación química y matemática de la disolución de rocas carbonatadas por las aguas naturales*, parte I, XXIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, La Habana, 1992, pp. 152-157.
14. FAGUNDO, J. R., E. ÁLVAREZ, I. VINARDELL, J. VEGA y J. CASTILLO: *Control de la composición química de las aguas de abasto y minerales mediante mediciones de temperatura, pH y conductividad*, XXIX Congreso de la Sociedad Internacional de Técnicas Hidrotermales, ed. Grupo SOFTCAL, Palacio de las Convenciones, La Habana, 1993, 6 pp. (distribuido en disquete).
15. FAGUNDO, J. R., E. ÁLVAREZ, I. VINARDELL y J. VEGA: *Control automatizado de la calidad de las aguas*, parte I, XXIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, La Habana, 1992, pp. 98-103.
16. FAGUNDO, J. R., J. E. RODRÍGUEZ, G. BENÍTEZ, W. MORERA, C. FERNÁNDEZ y J. VEGA: "Caracterización hidroquímica y control de la calidad de las aguas de carso de la Cuenca de Zapata", en *Cuencas experimentales en el Karst*, Universidad Jaume I, Castellón, 1993, pp. 73-81.
17. FAGUNDO, J. R., J. E. RODRÍGUEZ, J. DE LA TORRE, J. A. ARECIBIA y P. FORTI: "Hydrologic and Hydrochemical Characterization of the Punta Alegre Gypsum Karst Massif, Cuba", en *Newsletter Geology, Climate and Karst Formation*, Guilin, 1994, pp. 95-106.
18. FAGUNDO, J. R., J. E. RODRÍGUEZ, J. M. PAJÓN, E. FRANCO, E. ÁLVAREZ, I. VINARDELL, J. VEGA y G. BENÍTEZ: "Evolución química y relaciones empíricas en aguas naturales. III- Cuenca de Río San Marcos, Sierra del Rosario, Pinar del Río, Cuba", en *Voluntad Hidráulica*, 85, INRH, La Habana, 1991, pp. 8-18.
19. FAGUNDO, J. R., J. E. RODRÍGUEZ, J. M. PAJÓN, E. FRANCO, G. BENÍTEZ, A. C. RODRÍGUEZ, J. GUERÓN e I. ABELLÓ: "Caracterización hidroquímica de las aguas del Pan de Guajaibón y otras áreas cársicas cercanas a la Sierra del Rosario", en *Cuencas experimentales en el Karst*, Universidad Jaume I, Castellón, pp. 43-53.
20. FAGUNDO, J. R. y J. E. RODRÍGUEZ: "Hydrochemical Pattern and Mathematical Correlations in Karst at the Example of Pinar del Río Province, Cuba", en *Studia Carsológica*, 4, Brno, Czechoslovak Academy of Sciences, Institute of Geography, 1991, pp. 29-34.
21. FAGUNDO, J. R., J. E. RODRÍGUEZ y J. VEGA: "Contribución al conocimiento hidrodinámico de los sistemas cársicos del Pan de Guajaibón y la Meseta del Guaso a partir de datos hidroquímicos durante las crecidas", en *El Karst y los acuíferos kársticos, ejemplos y métodos de estudio*, ed. A. Pulido Bosch, J. Fagundo y J. Rodríguez, Universidad de Granada, Granada, 1995, pp. 119-135.
22. FAGUNDO, J. R., M. AVELLANO, G. BENÍTEZ, A. SURÍ, C. AVILÉ, V. FERRERA y M. TORRES: "Cambios hidrogeoquímicos por sobreexplotación de acuíferos cársicos", en *Cuencas experimentales en el Karst*, Universidad Jaume I, Castellón, 1993, pp. 141-148.
23. FAGUNDO, J. R., V. FERRERA, E. ÁLVAREZ, I. VINARDELL, A. TORRES y J. ÁLVAREZ: *Control automatizado de la calidad de las aguas mediante patrones hidrogeoquímico y mediciones de conductividad eléctrica en el ejemplo de la Cuenca del*

- Cauto*, II Congreso de AIDIS de Norteamérica y el Caribe y IV Congreso de la Asociación de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Santiago de Cuba, 1995, t. I, pp. 106-114.
24. FERRERA, V., J. R. FAGUNDO, G. BENÍTEZ y J. VEGA: "Caracterización de las aguas de la cuenca cársica costera Sur. Tramo Güira-Quivicán (Provincia Habana)", en *El Karst y los acuíferos kársticos, ejemplos y métodos de estudio*, ed. A. Pulido Bosch, J. Fagundo y J. Rodríguez, Universidad de Granada, Granada, 1995, pp. 227-238.
 25. GUERÓN, J. R., J. R. FAGUNDO, I. ABELLÓ y E. ONTIVERO: "Utilización de técnicas de regresión en el procesamiento de datos de diferente naturaleza hidrogeológica", en *Cuencas experimentales en el Karst*, Universidad Jaume I, Castellón, 1993, pp. 195-204.
 26. GUTIÉRREZ, J., J. M. GARCÍA y O. BEATO: "Algunas experiencias obtenidas en el estudio de la calidad de las aguas subterráneas empleando hidromuestreadores verticales", en *Voluntad Hidráulica*, 18, INRH, La Habana, 1974, pp. 43-55.
 27. HEM, J. D.: *Study and Interpretation of Chemical Characteristics of Natural Water*, segunda edición, U. S. Geological Survey Water Supply Paper, Pennsylvania, 1970, 361 pp.
 28. KEITH TODD, D.: *Ground Water Hydrology*, John Wiley and Sons, Nueva York, 136 pp.
 29. MARKOWICZ, M. y M. PULINA: *Semi-quantitative Chemical Analyses of the Waters in the Carboniferous Karst Area*, Prace Naukowe, University Slaskiego no. 289, Katowice, 1979, 167 pp.
 30. MILER, L. J. y K. J. YOST: "Quality Analyses of USGS Precipitation Chemistry Data for New York", en *Atmospheric Environment*, 16(12), 1982, pp. 2889-2898.
 31. MILLER, R. L., W. L. BRADFORD y N. E. PETERS: *Specific Conductance: Theoretical Considerations and Application to Analytical Quantity Control*, U. S. Department of the Interior, Dallas, 1988, 21 pp.
 32. RODRÍGUEZ, J., J. R. FAGUNDO y M. PULINA: "Hidrología y dinámica de los procesos cársicos tropicales contemporáneos en Cuba", en *Cuencas experimentales en el Karst*, Universidad Jaume I, Castellón, 1993, pp. 105-130.
 33. SCHUSTER, C. y W. B. WHITE: "Seasonal Fluctuation in Chemistry of Limestone Spring: A Possible Mean for Characterising Carbonate Aquifers", en *Journal of Hydrology*, 14, North-Holland Publishing, Amsterdam, 1965, pp. 93-128.
 34. TORRES, A., E. HERNÁNDEZ, J. ÁLVAREZ, J. R. FAGUNDO, R. BLANCO, D. DEL LLANO, M. POZO, A. ALBERTERIS y A. GUERRA: *Calidad del agua de los principales objetos hídricos de la cuenca del río Cauto y algunos factores que la afectan*, INRH, La Habana, 1991, 28 pp.
 35. TORRES, A., J. GUTIÉRREZ, J. ÁLVAREZ y E. HERNÁNDEZ: *Experiencias en la operación de la Red de Control de la Calidad de las Aguas*, XXIII Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, La Habana, 118 pp.
 36. VINARDELL, I., E. ÁLVAREZ, M. ITURRALDE-VINENT y J. R. FAGUNDO: "Aplicación del sistema de programas GEOQUIM a la obtención de criterios para la proyección geoquímicas", en *Revista CNIC Ciencias Químicas*, 22(1) CNIC, La Habana, 1991, pp. 66-68.

37. VINARDELL, I., E. ÁLVAREZ y J. R. FAGUNDO: "Sistema automatizado para el control de las aguas cársicas afectadas por la intrusión marina mediante reconocimiento de patrones BATOMET", en *El Karst y los acuíferos kársticos, ejemplos y métodos de estudio*, ed. A. Pulido Bosch, J. Fagundo y J. Rodríguez, Universidad de Granada, Granada, 1995, pp. 251-256.

EL REUSO DE AGUAS COMO ALTERNATIVA PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Enrique Sánchez Hernández, Francisco Benítez Echegoyen, Lissette Travieso Córdoba y Nobel Roviroso Morell

División de Estudios de Contaminación Ambiental
Centro Nacional de Investigaciones Científicas

La reutilización de las aguas ha despertado interés desde hace más de cuatrocientos años. En países, como Alemania y Escocia se viene desarrollando esta práctica desde los siglos XIV y XV, pero ya en China y en otros países asiáticos con anterioridad se habían aplicado tecnologías de reuso de agua para riego.

En nuestro país es necesario lograr el máximo aprovechamiento de los residuos líquidos. Esto se debe a la poca disponibilidad de aguas superficiales por la ausencia de ríos caudalosos, lo cual obliga a extraer las aguas subterráneas cuyo ciclo hidrológico puede alcanzar entre setenta y cien años. Es por esto que se debe prestar especial atención a las inversiones que ayuden a controlar con tiempo el agotamiento paulatino de los recursos naturales, entre ellos, el agua, ya que los daños al ecosistema son irreversibles.

La DECA del CNIC —creada en 1971— ha realizado investigaciones básicas aplicadas relacionadas con el tratamiento y aprovechamiento de las aguas. En este sentido, ha desarrollado tecnologías completas para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de diversas fuentes, como: cebaderos de toros, centrales azucareros, granjas avícolas y porcinas, destilerías de alcohol, textilerías, industria farmacéutica, plantas de

galvanotecnia, cerveceras, despulpadoras de café, fábricas de conservas, residuales domésticos, etcétera.

En el presente trabajo se hará énfasis en una tecnología destinada al reuso de las aguas albañales negras y grises que son usualmente vertidas en zonas urbanas.

Tecnología para el tratamiento y reuso de albañales (REAL)

La tecnología REAL ocupa un lugar especial entre los sistemas destinados al tratamiento y reuso de albañales domésticos, ya que su implementación brinda ventajas de gran importancia para el control de las condiciones ambientales.

Esta tecnología consta de tres procesos fundamentales para tratamientos complejos:

1. Tratamiento físico (tratamiento primario).
 - a) cámara de rejillas y desarrenador;
 - b) trampa de grasa.
2. Tratamiento biológico (tratamiento secundario).
 - a) reactor anaerobio de lecho fijo.*
3. Tratamiento químico-físico (tratamiento terciario).
 - a) filtro a presión con arena sílice y carbón activado;*
 - b) filtro a presión con zeolita;*
 - c) desinfección con hipoclorito de sodio.

* Elementos constituyentes del sistema REAL para tratamientos simples donde no se requiere de una alta calidad del agua para su uso, por ejemplo, irrigación.

Aplicaciones más notables de la tecnología REAL

- Riego de cultivos que no sean consumidos directamente.
- Riego de jardines y áreas verdes en general.
- Riego de campos deportivos.
- Fregado de automóviles y equipos.
- Limpieza de exteriores (calles y aceras).
- Descarga de instalaciones sanitarias.
- Creación de lagunas artificiales para el turismo.
- Recarga de pozos subterráneos.
- Vertimiento directo en fuentes receptoras (ríos, lagos, etcétera).
- Limpieza de establos en vaquerías, cochiqueras, granjas avícolas, etcétera.
- Otros.

Descripción del flujo tecnológico de la planta

Las aguas albañales pueden ser conducidas por gravedad hacia la planta de tratamiento donde serán sometidas a diferentes procesos de purificación.

Tratamiento primario

Cámara de rejillas y desarrenador: son los elementos encargados de la eliminación de los sólidos gruesos y de

las partículas de arena y otras que interfieren en el proceso biológico.

Trampa de grasa: es una parte esencial de la planta, ya que tiene la función de remover casi la totalidad de grasas y aceites contenidos en este tipo de agua residual. Estas sustancias provocan complicaciones en los tratamientos subsiguientes. De la trampa de grasa el agua residual pasa a una cisterna para posteriormente ser bombeada hacia el reactor en el que se realiza el tratamiento biológico.

Tratamiento biológico

Reactor anaerobio de lecho fijo: está constituido por un soporte en el cual se inmovilizan los microorganismos capaces de reducir la concentración de sustancias contaminantes y organismos patógenos presentes en las aguas residuales albañales. La degradación de la materia orgánica ocurre en tres etapas en las que se establece un flujo ascendente-descendente que permite la depuración paulatina del agua. Este reactor es capaz operar de modo satisfactorio en condiciones extremas de variaciones de flujo y de concentración de materia orgánica. El efluente de este reactor se almacena en el tanque de estabilización de flujo de donde es extraído por bombeo para comenzar el tratamiento químico-físico.

Tratamiento químico-físico

Filtro a presión con zeolita: está constituido por partículas de zeolita de diferente granulometría colocadas en varias capas. Tiene la función de eliminar el nitrógeno amoniacal producido durante el proceso de digestión anaerobia, así como ayudar al filtro de arena y carbón activado en la remoción de malos olores y sólidos en suspensión.

Filtro a presión con arena sílice y carbón activado: consiste en un filtro de arena sílice y carbón activado

con dos capas bien diferenciadas de estos materiales colocadas en su interior. Tiene la función de eliminar los sólidos suspendidos y el mal olor que pueden permanecer en el efluente después del tratamiento biológico.

Desinfección con hipoclorito de sodio: consiste en la adición de hipoclorito de sodio líquido al agua tratada que será empleada en el riego u otros usos. Este proceso se lleva a cabo al final del tratamiento, antes de verter el agua tratada en el depósito de evacuación final. Este paso se aplica cuando existen altos riesgos de contaminación.

Ventajas de la tecnología REAL

Este sistema compacto, basado fundamentalmente en un proceso biológico-natural de tratamiento, ofrece numerosas ventajas que hacen pensar en la necesidad inmediata de su implementación, éstas son:

1. Elimina el vertimiento directo en los cuerpos receptores de un residual tóxico que contamina las aguas naturales, los suelos y provoca la propagación de plagas y enfermedades que hacen peligrar la vida del hombre y de la naturaleza.
2. Ocupa un área total pequeña debido a la ausencia de otros procesos que en las plantas de tratamiento convencionales requerirían de grandes extensiones de terreno.
3. Es de fácil construcción, operación y mantenimiento, ya que puede ser erigido con materiales locales de bajo costo. La ausencia de elementos móviles permite prolongar las etapas de reparación y mantenimiento sin grandes inversiones. Para la operación, que es manual, no se requiere de personal altamente calificado.
4. A la vista de intereses estéticos para el turismo y la recreación no ofrece dificultades debido a su fácil y económica construcción bajo el terreno.

5. Los lodos digeridos en el tratamiento biológico pueden ser empleados como biofertilizante para los suelos agrícolas.
6. Como se trata de un sistema anaerobio (ausencia de oxígeno) que requiere de gran hermeticidad en las unidades de tratamiento no hay desprendimiento de olores desagradables al exterior ni proliferación de vectores, como mosquitos, roedores, etcétera. Tampoco se producen aerosoles que puedan enrarecer el ambiente y contaminar la atmósfera.
7. El consumo general de energía por razón de bombeo e iluminación es mínimo. Debido a la continuidad del proceso y al aprovechamiento completo del residual crudo, no es necesario consumir energía adicional. Asimismo, el sistema asimila las variaciones de caudal, concentración y propiedades del residual sin afectar su funcionamiento.
8. En pocas horas se puede disponer de agua adecuadamente tratada, lo cual está dado por el corto tiempo de retención que se necesita para la degradación de la materia orgánica.

Conclusión

Las tecnologías para el reuso de las aguas, en general, resuelven el déficit creciente de agua potable en las regiones áridas.

Aunque Cuba no es un país con un clima agresivo en este sentido, sí tiene algunas porciones de tierra semiáridas y cayerías donde sistemas, como el mostrado permiten el reciclaje de aguas albañales de pequeñas comunidades y pequeños polos turísticos que no cuentan con un abasto suficiente de agua potable.

Disponemos de una riqueza natural envidiable que debemos preservar, por lo que es necesario garantizar un ciclo hidrológico a partir de la explotación controlada de los pozos de aguas subterráneas, del manejo eficiente de las aguas superficiales y del vertimiento de las aguas residuales adecuadamente tratadas.

ANEXO

Oferta tecnológica para planta piloto con capacidad para 25 m³/día

1. Características generales:

Área máxima que ocupa la planta	40-50 m ²
Consumo total de energía	5-10 kw h

2. Elementos constituyentes de la planta:

	Cantidad	Capacidad
Cámara de rejillas y desarenador	1	0,5 m ²
Trampa de grasa	1	0,5m ³
Cisterna de agua residual	1	25,0m ³
Reactor anaerobio de lecho fijo	1	25,0m ³
Filtro de arena y carbón activado	1	2,0m ³ /h
Filtros de zeolita	1	2,0m ³ /h
Bombas centrífugas	2	2,0m ³ /h
Tanque de estabilización de flujo	1	1,0m ³ /h
Cisterna de agua tratada	1	25,0m ³

3. Eficiencia del proceso de tratamiento:

Parámetros	Valores iniciales	Postratamiento biológico	Postratamiento químico-físico	Desinfección (NAOCI)
Coliformes totales/100mL	$0,9-1,9 \times 10^8$	$1,3 \times 10^6$	$1,3 \times 10^4$	< 10
Coliformes fecales/100 mL	$1,2-2,6 \times 10^7$	$1,9 \times 10^5$	$1,9 \times 10^3$	< 5
DBO* Afluente (mg/L)	130-200	20,0	< 5	—
DQO** Afluente (mg/L)	340-425	37,0	< 5	—
Sólidos totales (mg/L)	250-385	21,7	< 5	—
Sólidos totales volátiles	170-258	11,3	< 5	—
Turbidez	7,5	12,0	< 3	—
PH		7,5	7,5	7,5
Biogas producido (L/día)		4,1		
% de metano producido		81,0		

* DBO: demanda bioquímica de oxígeno

** DQO: demanda química de oxígeno.

4. Costo estimado de la obra civil y equipamiento, basado en los datos obtenidos en la construcción de una planta similar en Ciudad México (1993):

Obra civil y equipamiento	Costo (USD)
Construcción civil del reactor incluido movimiento de tierra y mano de obra	7 000-10 000
Construcción civil de la trampa grasa y cisterna para agua tratada. Movimiento de tierra y mano de obra incluidos	3 000-5 000
Planchas y laminado para tapas y parrillas del reactor	200-300
Planchas y laminado (trampa de grasa y cisterna para agua tratada)	50-150
Mano de obra de herrería	400-500
Materiales de albañilería y pintura para acabado	90-150
Mano de obra de albañilería y pintura para acabado	200-300
Materiales para la instalación de plomería	600-700
Mano de obra de plomería	1 000-1 500
Materiales de electricidad	100-200
Mano de obra de electricidad	100-140
Ingeniería básica	2 000-2 500
Bomba de alimentación al reactor anaerobio	100-200
Bomba de alimentación a los filtros	60-100
Filtro a presión automático de arena sílice y carbón activado	3 000-3 200
Filtro a presión automático de zeolita 12 m ³ rocas volcánicas de 4" - 5" diámetro (Tezontle)	3 000-3 200
150 kg zeolita granulada de 1 a 4 mm de diámetro	200-300
Medidor de flujo	50-100
Impermeabilizante	50-60
Tanque de igualización de flujo	100-150
Costo total estimado	100-200
	24 400-31 000

5. Costo del proyecto y amortización:

El costo del proyecto ascendería a 5 000 USD y la amortización de la obra se lograría en un año aproximadamente, lo cual está dado por el ahorro de 25 m³ diarios de agua potable (1,95 USD/m³ en México, 1,00 USD/m³ en Cuba).

BIBLIOGRAFÍA

1. BONASTRE N. y J. M. PARIS: *Survey of Laboratory, Pilot and Industrial Anaerobic Filter Installations, Process Biochemistry*, Pergamon Press, Nueva York, febrero de 1989.
2. CROOK, J.: *Water Reuse in California*, J. Am. Water Work Association, Nueva York, 1987.
3. KING, J. L.: "Criteria for Sewage Treatment and Disposal in Tourist City", en *Water Science Technology*, vol. 21, no. 2, Elsevier, Londres, 1989, pp. 225-259.
4. MICHEL, A. PICARD: *Combined Physico-Chemical and Biological Processes for Treatment of Domestic Wastes. New Processes of Waste Water Treatment and Recovery Proceedings*, G. Matlock, Londres, 1987.
5. PERRY, R. H. y C. H. CHILTON: *Chemical Engeneering Handbook*, Ediciones Revolucionarias, La Habana, 1979.
6. WORK, S. M.: *Denver: Potable Reuse Project: Path Way to Public Acceptance*, J. Am. Water Work Association, Nueva York, 1986.

APLICACIONES DE LAS MICROALGAS EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES

Jorge Cumberbatch Miguén, Lissette Travieso Córdoba, Francisco Benítez Echevoyen, Raúl Dupeyrón Morales, Aymara Zamora Reyes, Elsa Pérez Despaigne y Eduardo Rivas Acea

División de Estudios de Contaminación Ambiental
Centro Nacional de Investigaciones Científicas

Aunque existen aproximadamente 20 000 especies de algas, incluidas las cyanobacterias, apenas cien de ellas han sido suficientemente estudiadas por los ficólogos para calificarlas como conocidas. Es reconocido que las algas tienen formas variadas de vida, desde las formas unicelulares de unos micrómetros de diámetro, hasta las frondosas algas marinas de varios metros de altura. (10, 19) Varias especies han sido cultivadas de manera masiva en diversos sistemas: lagunas abiertas, envases plásticos y fotorreactores. Como son el principal conducto para la transformación de la energía solar y las sustancias disueltas en materia viva, las microalgas cuentan con una amplia variedad de especializaciones fisiológicas y rutas metabólicas que les permiten vivir en aguas ricas en nitrógeno disuelto, fósforo, materia orgánica, trazas de metales e incluso compuestos xenobióticos, todos presentables en los diferentes drenajes. (16)

El proceso global del cultivo masivo de algas implica la introducción de medio nutriente en el ambiente de crecimiento, producción del alga y cosecha o remoción del alga del medio agotado. Todos los cultivos masivos deben desarrollar métodos para llevar a cabo de modo

eficiente cada uno de estos procesos. Para evaluar si las algas deben aplicarse o no a determinado problema de drenaje, las limitaciones de estos organismos deben tenerse en cuenta. Aunque muchas microalgas duplican su biomasa en un día, sus velocidades de crecimiento no son tan rápidas como las de la mayoría de las bacterias. En la medida que el cultivo envejece y alcanza densidades de población altas, los mecanismos de autorregulación biológica pueden detener el crecimiento de algunas especies. La posible necesidad de suplemento nutritivo pudiera requerir no sólo del costo de los nutrientes adicionales y quelatos, sino también de los costos extras de monitoreo. El monitoreo de los cultivos puede abaratarse con la utilización de sistemas prácticos de medición de parámetros físicos y fisico-químicos, desarrollados algunos de ellos en los laboratorios de la DECA pertenecientes al CNIC.

Microalgas en sistemas en suspensión para el tratamiento de aguas residuales

El cultivo de algas en aguas residuales tiene la ventaja doble de producir biomasa algal y, simultáneamente, depurar las aguas. En aguas residuales ricas en nutrientes existe una relación mutualista entre las algas y las bacterias mediante la oxidación del agua a oxígeno molecular por las primeras durante la fotosíntesis y la degradación aeróbica de la materia orgánica por las segundas, lo cual genera los nutrientes inorgánicos necesarios para el crecimiento algal. (8, 16)

En las microalgas, la mayoría del nitrógeno está enlazado en proteínas que constituyen del 45 % al 60 %

del peso seco; (1) el fósforo se requiere para la síntesis de ácidos nucleicos, fosfolípidos y varios ésteres del fosfato. Así, las algas son adecuadas para remover nitrógeno y fósforo de las aguas residuales. (21) La utilización de cultivos de microalgas hiperconcentrados es potencialmente interesante, porque disminuyen el tiempo requerido para la remoción de nitrógeno y fósforo a varias horas. (9)

Remoción de metales pesados

En condiciones adecuadas, los metales pesados pueden ser eliminados por la biomasa microalgal. La flora nativa de las lagunas de tratamiento remueven el 70 %-90 % del cobre y cadmio presentes en el agua. La eficiencia de la remoción dependerá de la especie de microalgas. Así, *Oscillatoria sp.* puede remover cromo, (5) *Chlorella vulgaris* remueve principalmente cadmio, zinc y cobre, mientras que *Scenedemus sp.* absorbe níquel y molibdeno. (13, 20, 22, 25) Se ha propuesto también el uso de microalgas para la recuperación de oro de las aguas residuales industriales, las operaciones de minas o las aguas naturales. (6) Además las cyanobacterias pueden retener uranio de las menas de bajo grado. (11)

Es importante señalar que la exposición continua a concentraciones subletales de metales pesados puede llevar a una adaptación limitada de las algas a los mencionados metales. La biomasa obtenida puede ser tóxica en especies herbívoras de niveles tróficos mayores, (26) aunque la presencia de compuestos orgánicos favorece la formación de complejos con los metales que disminuyen la toxicidad de éstos en las algas. (15)

Procesos de purificación

El tratamiento de aguas residuales con microalgas es una tecnología con conciencia ambiental que no produce contaminaciones secundarias, de acuerdo con la ingeniería ecológica definida por Odum, (14) como el manejo de sistemas de vida naturales para el uso humano.

Si el objetivo es la purificación de las aguas se utilizan sistemas extensivos, como las lagunas facultativas. De igual modo, si lo que se quiere es la recuperación de la biomasa algal con algún fin, entonces un sistema semintensivo o intensivo, como las lagunas de alta velocidad de oxidación, pueden ser utilizados. Las microalgas pueden también formar parte de cadenas alimenticias más completas consistente en bacterias, fitoplancton y peces. (7) Algunas de estas unidades de tratamiento ya funcionan en algunos países integradas a cadenas alimenticias y pueden ser una buena solución para pequeñas comunidades.

Sistemas inmovilizados

A pesar de que el interés por la inmovilización de las algas es relativamente reciente, la utilización de algas inmovilizadas no es nueva. Es conocido que desempeñan su papel en los procesos de purificación en los filtros percoladores de las plantas de tratamientos de aguas y aguas residuales. Las algas se encuentran en la zona superior de la cama del filtro formando incrustaciones las formas microscópicas —*Chiorella*, *Chlorococcum* y diatomeas— o en forma de fieltro o capa las formas filamentosas —*Stigleoclonium* y *Phormidium*—. (2) El

interés actual se deriva del desarrollo de técnicas que permiten inmovilizar células viables de algas, sin depender de la tendencia natural de éstas a adherirse o flocular. De esta forma se evita el lavado de la algas, el área de tratamiento se reduce, el área de contacto entre el sustrato y las células aumenta, se reducen los tiempos de retención hidráulica y existe una mayor adaptación a los sustratos presentes en las corrientes tratadas.

Las principales líneas de trabajo en la inmovilización de algas están dirigidas a la utilización de estos sistemas como biocatalizadores, realizando biotransformaciones y biosíntesis, produciendo energía —hidrógeno y electricidad—, sistemas coinmovilizados para proveer oxígeno y nucleótido de nicotinamida y de adenina fosfato (NADP) oxidado para componentes heterotróficos del sistema, remoción de metales pesados de diferentes efluentes, bioacumulación de materiales residuales y prolongación de la longevidad de los cultivos.

En el Laboratorio de Microalgas de la DECA se ha comprobado la efectividad del proceso, inmovilizando *Scenedesmus quadricada* en poliuretano, como soporte para el tratamiento final de residual vacuno en el que se logró la remoción del 68,5 % del nitrógeno amoniacal y del 44,1 % del ortofosfato presentes en el efluente tratado. (23) El Cuadro 1 recoge otros resultados obtenidos con diferentes sistemas de inmovilización por nuestro grupo de trabajo. (24)

Diferentes algas se utilizan inmovilizadas en biotransformaciones o en biosíntesis. Así, *Phorphyridium* produce polisacáridos sulfatados; *Anabaena sp.*, produce amonio; *Dunaliella* libera cantidades apreciables de glicerol al medio; *Anabaena cilíndrica* produce hidrógeno. Otra aplicación interesante parte del hecho de que

como las algas producen oxígeno durante la fotosíntesis se utilizan coinmovilizadas con organismos heterótrofos para estimular diferentes producciones. De esta forma, el sistema *Chiorella-Gluconobacter* produce 5,4 veces más dihydroxyacetona que el mismo reactor sin el alga; de modo similar, *Chiorella* y *Providencia* produjeron 10 veces más cetoácido que en el sistema sin alga. (17)

CUADRO 1

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE INMOVILIZACIÓN EN RELACIÓN CON UNA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN CONVENCIONAL

Tratamiento	Microorganismo	Técnica de inmovilización	DBO	N-NH ₄ ⁺	P-PO ₄
Laguna de estabilización Tratamiento de residual doméstico	<i>Peryphyton</i>	Sistema en suspensión	83,2	76,1	59,0
Columna de inmovilización Tratamiento de residual doméstico	<i>Chiorella vulgaris</i>	Alginato de calcio	85,3	81,7	71,9
Columna de inmovilización Tratamiento de residual porcino diluido	<i>Spirulina máxima</i>	k-carragenina	87,8	92,0	91,0
Columna de inmovilización Tratamiento final de residual vacuno	<i>Chiorella vulgaris</i>	Poliuretano	92,4	98,6	51,1

La inmovilización protege a las células de la intoxicación con metales pesados. Estos sistemas, pues, pueden aplicarse con efectividad para la bioacumulación de estos tóxicos en niveles que pueden ser letales, incluso para las algas.

El diseño de los biorreactores de inmovilización influye directamente sobre los resultados del proceso. La utilización de uno u otro reactor dependerá del uso que se le dará a las células inmovilizadas. Normalmente se inmovilizan en perlas de 2-4 mm de diámetro, aunque existen otras formas, como los cubos de poliuretano. Los reactores de cama empacada tienen la desventaja de poca penetración de la luz, mezcla del biocatalizador y flujo de gas; los lechos fluidizados resultan ser sistemas heterogéneos difíciles de optimizar; los reactores de platos paralelos son adecuados para obtener la iluminación necesaria; y los reactores *airlift* tienen, además, la ventaja de proveer una adecuada mezcla que permite su optimización. (12)

Purificación de biogas

La obtención de energía por métodos no convencionales ha sido una preocupación de los especialistas desde hace varios años. La producción de biogas se ha perfilado como una de las soluciones más asequibles a las comunidades rurales por su bajo costo y fácil manipulación. Los cultivos de microalgas pueden contribuir a elevar el valor energético de ese biogas si, antes de ser almacenado, se purifica haciendo pasar la corriente gaseosa por estos cultivos.

Las complejas interacciones del sistema pH-CO₂-HCO₃ y la utilización fotosintética del carbono inorgánico, así como el conocimiento de los procesos que tienen lugar en el suministro y disponibilidad de carbono en el medio de cultivo, guiaron hacia esta efectiva y barata forma de garantizar la disponibilidad de fuente de carbono inorgánico en los cultivos de microalgas. (3)

El sistema definido en la DECA consiste en hacer pasar biogas proveniente del digestor mediante cuerpos cilíndricos situados en el cultivo, donde por la parte superior se recoge el metano para ser almacenado. De esta forma se remueve de la corriente gaseosa la mayor parte del CO₂ presente en el biogas, el cual contribuye al balance de la fuente de carbono en el medio y la regulación del pH en éste. (4)

Insertable en la mayoría de los cultivos intensivos, la purificación de biogas que utilizan los cultivos de microalgas permite crear sistemas integrados de tratamientos de residuales, producción de energía no convencional y obtención de biomasa con fines nutricionales u obtención de bioproductos.

Impacto económico

La viabilidad económica de los cultivos de microalgas se ve favorecida si productos comerciables se biosintetizan durante los tratamientos de aguas. En algunos casos, el valor de los productos puede cubrir los costos del cultivo y cosecha del alga.

La biomasa algal se considera actualmente una de las fuentes biológicas más importantes de proteínas, minerales y micronutrientes. Algunas de sus especies se comercializan en forma de biomasa seca o liofilizada, como es el caso de la *Arthrospira maxima*, cuyo valor

nutritivo radica en su contenido proteico (55 %-70 % en base seca) de aminoácidos esenciales y en las cantidades apreciables de vitaminas que aporta, entre ellas, del complejo B. Esta cyanobacteria es la principal fuente de ficocianina, pigmento muy apreciado en la industria de los cosméticos. (18)

Otras especies se cultivan, en particular, para la obtención de determinado compuesto, como la *Dunaliella salina* que, en medio altamente salino, genera cantidades apreciables de b-caroteno (provitamina A), con el cual en los últimos años se ha venido trabajando en sus potencialidades terapéuticas.

Como se puede apreciar, las microalgas constituyen un extenso campo de investigación y desarrollo. El conocimiento de la diversidad de sus adaptaciones fisiológicas y metabólicas permitirá a la comunidad hacer uso de todas las ventajas que ofrecen estos microorganismos, tanto en su papel biorremediador de las aguas residuales, como en sus posibilidades de fuente de bioproductos y suplemento nutritivo para la alimentación animal y humana.

BIBLIOGRAFÍA

1. BECKER, E. W.: "Nutritional Properties of Microalgae: Potential and Constraints", en A. Richmond (editor): *Handbook of Microalgae Mass Culture*, CRC Press, Boca Ratón, 1986, pp. 349-419.
2. BENSON EVANS, K. y P. F. WILLIAMS: *Ecological Aspects of Used-Water Treatment*, vol. 21, Curds, C. R & Hawkes, H. A. (eds.), Academic Press, Londres, 1975, p. 153.
3. CONDE, J. L., A. LEYOC y F. SÁNCHEZ: "Biogas Purification Process Using Intensive Microalgae

- Cultures”, en *Biotechnology Letters*, 15: 3, Elsevier, Londres, 1993, pp. 315-320.
4. CONDE, J. L., E. SÁNCHEZ, V. VALIENTE y L. TRAVIESO: “Arthrospira sp. Intensive Culture for Food and Biogas Purification”, en *Biotechnology Letters*, 15: 10, Elsevier, Londres, 1993, pp. 1091-1094.
 5. FILIP, D. S., T. PETERS, V. D. ADAMS y E. J. MIDDLEBROOKS: “Residual Heavy Metal Removal by an Algae-Intermittent Sand Filtration System”, en *Water Research*, 13, Pergamon Press, Nueva York, 1979, pp. 305-313.
 6. GREENE, B., M. HOSEA y D. W. DAMALL: “Interaction of Gold (II) and Gold (III) Complexes with Algal Biomass”, en *Environmental Sciences Technology*, 20, WPCFA, Cambridge, 1986, pp. 627-632.
 7. GUTERSTAM, B. y J. TODD. “Ecological Engineering for Wastewater Treatment and its Application in New England and Sweden”, en *Ambio*, 19, Mc Graw Hill, Cambridge, pp. 173-175.
 8. GROBBELAAR, J. U., C. J. SOEDER, J. GRONEWEG, E. STENDEL y P. HARTING: “Rates of Biogenic Oxygen Production in Mass Culture of Microalgae, Absorption of Atmospheric Oxygen and Oxygen Availability from Wastewater Treatment”, en *Water Research*, 22, Pergamon Press, Nueva York, 1988, pp. 1459-1464.
 9. LAVOCE, A. y J. DE LA NOÛE: “Hyperconcentrated Cultures of Scenedesmus Obliquus. A New Approach for Wastewater Biological Tertiary Treatment?”, en *Water Research*, 19, Pergamon Press, Nueva York, 1985, pp. 1437-1442.
 10. LOBBAN, C. S. y M. J. WYNNE (editores): *The Biology of Seaweeds*, Blackwell Scientific, Orford, 1981, p. 786.
 11. LORENZ, M. G. y W. F. KRUMBEIN: “Uranium Mobilization from Low-Grade Ore by Cyanobacteria”, en *Applied Microbiology Biotechnology*, 21, Mc Graw Hill, Cambridge, 1985.
 12. MUSGRAVE, S. C., N. W. KERBY y W. D. P. STEWARD: Proceeding of the Conference Advances in Fermentation, Londres, 1983, p. 184.
 13. NAKAJIMA, A., T. ORIKOSHI y T. SAKAGUCHI: “Study on the Accumulation of Heavy Metal Elements in Biological Systems XVII: Selective Accumulation of Heavy Metal Ions by *Chlorella Regularis*”, en *European Journal of Applied Microbiology Biotechnology*, 12, Mc Graw Hill, Cambridge, 1981, pp. 76-83.
 14. ODUM, H. T.: *Environment, Power and Society*, Wiley Interscience, Nueva York, p. 331.
 15. RAI, L. C., J. P. GAUS y H. D. KUMAS: “Phycology and Heavy Metal Pollution”, en *Biological Review*, 56, Mc Graw Hill, Cambridge, 1981, pp. 99-151.
 16. REDALJE, D. G., E. O. DUERR, J. DE LA NOÛE, P. MAYZAUD, A. M. NONOMURA y R. CASSIN: “Algae as Ideal Waste Removers. Biochemical Pathways”, en *Biotreatment of Agricultural Wastewater*, CRC Press, Boca Ratón, capítulo 7.
 17. ROBINSON, P. K., A. L. MAK y M. D. TREVAN: “Immobilized Algae”, en *Process Biochemistry*, 9, Mc Graw Hill, Cambridge, 1986, pp. 122-127.
 18. ROSS, E. y W. DOMINY: “The Nutritional Value of Dehydrated Blue-Green Alga for Poultry”, en *Poultry Science*, 69, Elsevier, Londres, 1990, pp. 794-800.
 19. ROUND, F. E.: *The Biology of Algae*, segunda edición, Edward Arnold, Londres, 1973, p. 278.
 20. SAKAGUCHI, T., A. NAKAJIMA y T. HORIKOSHI: “Study on the Accumulation of Heavy Metal Elements in Biological System XVIII. Accumulation

- of Molybdenum by Green Microalgae”, en *European Journal of Applied Microbiology Biotechnology*, 12, Mc Graw Hill, Cambridge, 1981, pp. 84-89.
21. SHELEF, G., Y. AZOV, R. MORAINÉ y G. ORON: “Algae Mass Production as an Integral Part of Wastewater and Reclamation System”, en G. Shelef y C. Soeder (editores): *Algae Biomass*, Elsevier North Holland Biomedical Press, Amsterdam, 1980, pp. 163-189.
 22. TING, Y. P., F. LAWSON e I. G. PRINCE: “Uptake of Cadmium and Zinc by Alga *Chlorella Vulgaris*. Part I: Individual Ion Species”, en *Biotechnology and Bioengineering*, 34, Mc Graw Hill, Cambridge, 1989, pp. 990-999.
 23. TRAVIESO, L., E. SÁNCHEZ y P. WEILAND: *Final Treatment for Cattle Manure Using Immobilized Microalgae, Resource, Conservation and Recycling* (inédito).
 24. TRAVIESO, L., F. BENÍTEZ, J. L. CONDE, E. SÁNCHEZ, R. DUPEYRÓN, R. O. CAÑIZARES, A. R. DOMÍNGUEZ y P. WEILAND: *Pollutants Removal by Immobilized Microalgae Cultures*, International Congress and Workshop on Environmental Biotechnology, WN-6, Ontario, 1994.
 25. WANG, H. K. y J. M. WOOD: “Bioaccumulation of Nickel by Algae”, en *Environmental Science and Technology*, 18, Elsevier, Londres, 1984, pp. 106-109.
 26. WIKFORS, G. H. y R. UKELESS: “Growth of Estuarine Unicellular Algae in Media with Excess Copper, Cadmium or Zinc And Effect of Metal-Contaminated Algae Food on *Crassostrea Virginica* Larval”, en *Marine Ecology Progress Service*, 7, Elsevier, Londres, 1982, pp. 191-206.

tierra
y espacio

ecología y sociedad estudios

La humanidad se encuentra en un momento crucial de su historia. Nos enfrentamos con la perpetuación de disparidades entre y dentro de los países, un incremento de la pobreza, del hambre, de las enfermedades y del analfabetismo, y con el continuo deterioro de los ecosistemas, de los cuales dependemos para nuestra prosperidad y felicidad. Es necesario buscar una integración entre desarrollo y medio ambiente, para así satisfacer las necesidades básicas, mejorar los niveles de vida y proteger los ecosistemas. Ninguna nación lo logrará por sí sola; únicamente uniendo voluntades políticas se hará viable. De ahí la importancia de este texto donde se aborda de modo reflexivo y profundo los retos que enfrentamos y su vinculación no sólo con los fenómenos ecológicos, sino también con las medidas sociales, lo cual nos abre el camino para revertir tal desafío y ser capaces de medir las consecuencias de nuestros actos cotidianos, y redundará en que las generaciones futuras no estén codenadas a vivir en un planeta moribundo.

ISBN 959-06-0346-7



9 789590 603464



CIENCIAS SOCIALES