

# Ambiente y salud\*

## I. Introducción

JULIO FRENK-MORA\*\*

¿Qué tan reciente es el interés de la Academia Nacional de Medicina por el tema del ambiente y la salud? ¿Estamos aquí como reacción ante la visibilidad que la cuestión ambiental ha adquirido, visibilidad que alcanzó un punto culminante en la Cumbre sobre la Tierra, realizada en Río de Janeiro hace apenas cuatro meses, con la participación del mayor número de jefes de Estado y Gobierno que jamás se haya reunido?

Nada de eso, este tema ha sido preocupación de nuestra Corporación desde hace mucho tiempo. Desde luego, los asuntos ligados al ambiente han estado explícitos o implícitos en diversos trabajos que se han presentado desde la fundación misma de la Academia. Más aún, se han organizado al menos dos simposios sobre el tema que hoy vuelve a reunimos. El segundo de ellos tuvo exactamente el mismo título que el de hoy. Ese simposio se realizó el 5 de julio de 1978, y fue coordinado por el académico Humberto Romero Alvarez, quien participa como uno de los expositores en esta ocasión.

Al releer la introducción del ingeniero Romero Alvarez al simposio de 1978 sorprende su vigencia tras 14 años.<sup>1</sup> Un hecho así tiene dos posibles explicaciones. La primera es que el autor de ese texto es un pionero que supo anticipar muchos de los temas de un futuro que ya se nos volvió presente. La segunda es que nuestras instituciones sociales no parecen responder a la misma velocidad con que los problemas surgen y son identificados.

Lo cierto es que el tema del ambiente y la salud ha llegado a constituir, en todo el mundo, una de las preocupaciones centrales de nuestro tiempo. Los efectos de los cambios ambientales sobre la salud de la población merecen el más riguroso examen de la ciencia para poder ofrecer información fidedigna que guíe la formulación de políticas.

Esta es la respuesta que exige el momento actual, de cambio tenso e intenso. En efecto, el campo de la salud se enfrenta hoy a una complejidad sin precedentes. Muchos países de ingresos medios, México entre ellos, atraviesan por una transición epidemiológica que impone nuevos retos sociales. Esta transición es mucho más compleja que la que vivieron los países actualmente desarrollados. Gracias a los notables avances de la salud pública y al desarrollo social, hemos disfrutado de reducciones espectaculares en las tasas de mortalidad, sobre todo por enfermedades infecciosas. Sin embargo, este avance no se ha dado de manera homogénea entre los distintos grupos de población, muchos de los cuales todavía padecen los viejos problemas sanitarios. Además, el propio éxito en el descenso de la mortalidad ha permitido la supervivencia de mayor número de personas que quedan ahora expuestas a los riesgos de desarrollar enfermedades crónicas y degenerativas. Al mismo tiempo, la rápida reducción de la fecundidad ha desencadenado una dinámica demográfica que se traduce en un progresivo envejecimiento de la población. El resultado neto es que enfrentamos la emergencia de nuevos problemas, como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y los traumatismos, los cuales coexisten con los viejos problemas representados por las infecciones comunes y la desnutrición. Así pues, los países de ingresos medios tienen un patrón de yuxtaposición más que de sustitución de enfermedades. De ahí la creciente

\* Presentado en la sesión ordinaria de la Academia Nacional de Medicina el 14 de octubre de 1992.

\*\* Académico numerario. Instituto Nacional de Salud Pública Cuernavaca, Mor.

complejidad de nuestra transición epidemiológica. De ahí también la necesidad de actuar en dos frentes simultáneos: terminar con el rezago sanitario y enfrentar los problemas emergentes de salud.

Los factores del ambiente constituyen determinantes fundamentales de estos complejos procesos. Aquí también se puede constatar la yuxtaposición de problemas. Sin haber resuelto del todo la contaminación biológica del agua y los alimentos, muchos países enfrentan agudos problemas de contaminación química de aire, agua y suelo. Dadas las presiones de la población sobre los recursos y los enormes requerimientos del crecimiento económico, se impone la necesidad de evaluar, con sentido de equilibrio, los efectos sobre la salud de la exposición a los diferentes contaminantes. De hecho, la salud debería ser el fiel de la balanza que permitiera encontrar el punto óptimo del triángulo vital entre población, ecología y desarrollo económico.

Varios aspectos de esta compleja interrelación serán enfocados por nuestros cinco expositores. En primer término, el doctor Filiberto Pérez Duarte hará una somera revisión del estado del conocimiento en torno a los efectos del ambiente sobre la salud. A continuación, el doctor Mariano Cebrián permitirá asomarnos a las fronteras de la toxicología ambiental, una de las disciplinas que han ido adquiriendo mayor relevancia. Acto seguido, hará uso de la palabra el ingeniero Humberto Romero Álvarez, quien, como se señaló antes, ha sido uno de los pioneros en este campo. Su rica experiencia, junto con su actual responsabilidad en la Comisión Nacional del Agua, le permite hablar con autoridad sobre este recurso vital para el desarrollo y la salud. Inmediatamente después, el doctor Carlos Santos-Burgoa, destacado epidemiólogo ambiental, hablará de otro campo emergente: el manejo de riesgos ambientales.

El propósito que une a todos estos trabajos es el de ofrecer una muestra de los grandes tópicos que sin duda habrán de dominar el debate en torno al ambiente y la salud durante la próxima década. Además de esta inquietud intelectual, existe un compromiso común que también nos une a todos: luchar por que el medio ambiente no se vuelva un ambiente a medias, sino que ofrezca los elementos sostenibles para el pleno desarrollo individual y social.

## Referencia

1. Romero AH. Simposio Ambiente y salud. I. Introducción. *Gac Méd Méx* 1979;115(6):257-258

## II. Efectos del ambiente en la salud

FILIBERTO PEREZ-DUARTE\*

El público en general, los grupos de industriales, y las autoridades gubernamentales se hacen con frecuencia la siguiente pregunta: ¿Cuál es el riesgo que para la salud de los habitantes de la ciudad de México determina la contaminación atmosférica?; de la respuesta dependerá la toma de decisiones en los terrenos de sus respectivas competencias.

Esta respuesta no es simple, se esperaría que tanto los médicos como las autoridades sanitarias, tuvieran oportunidad de ofrecer a la comunidad opiniones bien informadas; la evaluación de los riesgos para la salud debe incluir cuatro componentes principales:

1. La identificación de los efectos que sobre la salud tienen los contaminantes del aire atmosférico.
2. La cuantificación de esos efectos frente a diferentes concentraciones de los contaminantes.
3. La estimación de la cantidad de personas que se exponen a esas concentraciones potencialmente dañinas.
4. El cálculo del riesgo global relacionado con un nivel dado de calidad del aire.

En el momento actual y con base en los resultados obtenidos por investigación experimental, clínica y epidemiológica, comunicados en la literatura mundial, no existe ya la menor duda sobre la identificación de los efectos que estos agentes causan sobre los diferentes aparatos y sistemas de los organismos, animales y vegetales, y aun ciertos objetos inanimados.

La lista de agentes químicos capaces de contaminar el aire es muy larga. En la atmósfera de la ciudad de México, como en la de todas las grandes urbes, los contaminantes de importancia capital son los óxidos de nitrógeno, el bióxido de azufre, el ozono, el material particulado, el monóxido de carbono, el plomo y los hidrocarburos. Lo universal de su presencia ha determinado que la mayor parte de ellos sean considerados como criterio para juzgar la calidad del aire.

¿Cuánta gente experimentará efectos adversos específicos como resultado de un cambio dado en su exposición a la contaminación atmosférica? Hasta el momento no

\* Dirección General de Salud Ambiental, Ocupacional y Saneamiento Básico. Secretaría de Salud.

contamos con suficiente información como para integrar curvas de dosis-efecto, y existen también muchas lagunas en la información que impiden responder categóricamente a esta pregunta.

Aun si se identificaran precisamente los rangos de efectos en la salud y las relaciones dosis-respuesta asociadas con contaminación aérea, se estaría muy presionado para obtener un paquete satisfactorio de mediciones de la exposición poblacional a la contaminación del aire, ya que las redes de monitorización ambiental no han sido diseñadas para evaluar la magnitud de las dosis que reciben todos los miembros de una población.

Habitualmente existe una estación de monitorización en un área metropolitana que incluye varios cientos de miles de habitantes, y sirve tanto para estimar la exposición de esa población como para diferenciar esta comunidad de otras.

### Efectos que sobre la salud ejerce el aire contaminado

Son tres los tipos de contaminación que se relacionan con efectos adversos sobre la salud:

1. El complejo formado por óxidos de azufre y las partículas suspendidas totales (PST), generados por combustibles fósiles que contienen azufre.
2. Los oxidantes fotoquímicos formados en la atmósfera como consecuencia de una reacción química compleja entre los precursores son:
  - a) compuestos hidrocarbonados;
  - b) óxidos de nitrógeno;
  - c) monóxido de carbono, todos ellos relacionados con las emisiones de los motores vehiculares.
3. Una clase miscelánea de contaminantes, como arsénico, asbesto, berilio, cadmio, sulfato de nitrógeno, plomo y mercurio, todos ellos emitidos por fuentes puntuales, tales como refinерías, fundiciones y plantas manufactureras.

Los efectos adversos sobre la salud pueden agruparse en ocho categorías generales.

#### 1. Mortalidad

La evidencia más clara de la asociación entre óxidos de azufre/material particulado y muerte, se obtuvo de un número de episodios agudos de contaminación atmosférica, durante los cuales las condiciones meteorológicas desfavorables dieron lugar a varios días de estancamiento atmosférico. Durante ellos hubo un notorio incremento en la mortalidad diaria, principalmente entre las personas con enfermedad cardíaca o respiratoria, aunque también afectó a personas sanas. Afortunadamente esos episodios con la

duración e intensidad observadas antes de 1950, parece que no volverán a ocurrir.

Se han estudiado las variaciones diarias de la contaminación debida a óxidos de azufre-material particulado (de magnitud inferior a los episodios comentados antes), con respecto a la fluctuación en la mortalidad diaria en áreas metropolitanas. Los análisis de datos muestran un incremento en la mortalidad por todas las causas en los días de mayor contaminación.

Sin embargo la asociación entre contaminación aérea y mortalidad diaria no es fácil de demostrar, debido a las variables que influyen en la mortalidad, que no siempre muestran una relación directa con la presencia de contaminantes. Estudios recientes demuestran poca evidencia de la relación entre contaminación aérea y mortalidad diaria.

#### 2. Mortalidad por padecimientos respiratorios crónicos

Los estudios sobre enfermedades broncopulmonares crónicas y contaminación atmosférica indican una relación entre la prevalencia de síntomas crónicos y el complejo MP/SO<sub>2</sub>. Experimentalmente el ozono y el NO<sub>2</sub> pueden inducir cambios semejantes al enfisema en los animales expuestos. Aun cuando estos contaminantes no son parte del complejo MP-SO<sub>2</sub>, su presencia en muchas áreas urbanas puede ser un factor que participa en las alteraciones descritas.

Las enfermedades respiratorias crónicas parecen desarrollarse como respuesta a otros factores adicionales e interactuantes, tales como el número de cajetillas de cigarrillos fumados al año, las infecciones recurrentes iniciadas en la infancia y la exposición ocupacional prolongada a polvos, a la vez que la contaminación aérea. El peso de la evidencia sugiere que, aunque el hábito de fumar cigarrillos ejerce un efecto mucho más potente, la contaminación atmosférica puede ser un factor aditivo y posiblemente más que ello, un factor de riesgo en el desarrollo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

#### 3. Exacerbación de asma

Los pacientes asmáticos representan otra parte de la población aparentemente sensible a los incrementos agudos en la concentración de contaminantes atmosféricos. Se han descrito aumentos en el número de crisis asmáticas durante los episodios de contaminación, tanto por el complejo SO<sub>2</sub>/PST como por los agentes fotoquímicos. Numerosos estudios basados en el diario de grupos de pacientes asmáticos, han mostrado una clara relación entre los ataques de asma y los días de mayor elevación en la concentración de contaminación aérea.

#### 4. Morbilidad por enfermedad respiratoria aguda

Se ha demostrado en el laboratorio que las concentraciones de  $\text{NO}_2$  y  $\text{O}_3$  de nivel ambiental o cercanas a este nivel, dan lugar a disminución en la resistencia a las infecciones respiratorias en los animales de experimentación. Asimismo, se ha observado mayor incidencia de padecimientos respiratorios agudos en comunidades donde está elevado el complejo S02/PST.

La suma de esos estudios fundamentan la asociación entre los padecimientos agudos del aparato respiratorio inferior de los adultos y la contaminación aérea por el complejo S02/PST, y posiblemente por los óxidos de nitrógeno. Sin embargo, no se ha establecido cuál es la concentración que representa un riesgo elevado en la producción de padecimientos agudos. La frecuencia de los padecimientos respiratorios agudos del tracto inferior en los niños, se asocia con su residencia en áreas contaminadas por el complejo S02/PST.

#### 5. Efectos sobre la función respiratoria

Se menciona con frecuencia que las diferencias geográficas en los índices de contaminación aérea dan lugar a variaciones en los indicadores de la ventilación pulmonar, particularmente en escolares. Estas observaciones proceden del Reino Unido, Japón, la Unión Norteamericana, Canadá y Holanda. Las muestras fueron ajustadas para edad, sexo, raza, estatura y clase social. Los resultados de los estudios con oxidantes fotoquímicos han sido menos consistentes; sin embargo se ha notado en lugares como Japón e Inglaterra que existe una asociación entre pruebas ventilatorias y contaminación oxidante, cuando los niveles de concentración de estos contaminantes bajaron en las zonas afectadas.

La exposición experimental al ozono a concentraciones que si se alcanzan en el ambiente, dan lugar a efectos sobre la función respiratoria, ocasiona efectos reversibles y no constituyen por ello mismo un signo de enfermedad, aun cuando la sintomatología asociada pudiera impedir el desempeño adecuado de estos sujetos durante sus actividades normales, ya sea durante la exposición, como inmediatamente después.

#### 6. Cáncer pulmonar

Se han detectado en el aire varios carcinógenos, particularmente nitrosaminas e hidrocarbonados policíclicos. La experiencia actual no sustenta a la sospecha de que la contaminación del aire de lugar a cáncer del pulmón. Lo difícil que resulta conseguir evidencias en favor de una

relación entre la contaminación del aire y el cáncer del pulmón, radica, por un lado, en la gran prevalencia del hábito de fumar, las exposiciones ocupacionales, la escasez de mediciones confiables de carcinógenos potenciales en la atmósfera, y el lapso tan prolongado entre la primera exposición y las manifestaciones clínicas del cáncer.

#### 7. Padecimientos cardiovasculares

Tanto los estudios epidemiológicos como las exposiciones experimentales en humanos coinciden en demostrar el efecto adverso de las concentraciones ambientales de CO en personas con alguna forma de cardiopatía coronaria o bien de aterosclerosis periférica. Durante períodos de incremento relativo de CO se observan tasas elevadas de mortalidad en pacientes hospitalizados por infarto del miocardio.

Estudios experimentales en pacientes con *angor* señalan que el CO reduce significativamente la tolerancia al ejercicio, requiriéndose menor esfuerzo para que se presente dolor precordial. Efectos similares se han comunicado con la aparición de dolor en una extremidad inferior en personas que padecen enfermedad arterial periférica.

#### 8. Efectos sensoriales neurológicos y de conducta

El olor de algunas sustancias vertidas al aire y la irritación de ojos, nariz y garganta causadas por los contaminantes, son las percepciones más comunes y molestas para la mayoría de la gente. Estas percepciones son difíciles de cuantificar en la población. Se han desarrollado métodos destinados a realizar encuestas sobre olores molestos.

El monóxido de carbono puede modificar el comportamiento neuroconductual, así como la función cardíaca. Se ha observado decremento del estado de vigilia con niveles relativamente bajos de carboxihemoglobina.

En algunas áreas con exposición al plomo se ha demostrado que aumentan los depósitos de este metal en el organismo y se producen trastornos bioquímicos que causan lentitud en la conducción nerviosa. Estos efectos pueden impedir el desarrollo neuronal de los niños, pero los datos con que se cuentan son escasos y no existe acuerdo entre los diversos autores sobre la magnitud de estos efectos.

#### Conclusiones

Tanto los experimentos en animales, como los hallazgos de tipo experimental o laboral en seres humanos, a la vez que la experiencia recabada, poblaciones expuestas a contaminación comunitaria, han provisto de elementos cuantitati-

vos y cualitativos suficientes como para aceptar y entender los efectos adversos sobre la salud que provoca la contaminación del aire en las comunidades. Se han desarrollado y apoyado normas para determinar la calidad del aire con objeto de prevenir esos efectos.

Tanto la Academia Nacional de las Ciencias como otras organizaciones de prestigio, han revisado recientemente lo adecuado de los datos científicos así como su interpretación.

En general, la normatividad, los estándares y las máximas permisibles se han concentrado en las concentraciones que se juzga protegerían a grupos sensibles de algún daño significativo a su salud.

Aunque sería deseable establecer un límite del estándar en alguna concentración por debajo de un umbral demostrable de efectos adversos, en la práctica no es factible determinar esos umbrales entre la gran variedad de segmentos de la población.

Los estándares tampoco garantizan o aseguran que, personas excepcionalmente sensibles, sean protegidas en contra de los efectos adversos, especialmente si tales efectos se ven reforzados por la presencia de otros contaminantes, por la existencia simultánea de otras condiciones de deterioro de la salud, o bien bajo condiciones meteorológicas extraordinarias.

### III. Toxicología ambiental

MARIANO E. CEBRIAN\*

En esta presentación se discutirán brevemente algunos conceptos básicos de toxicología ambiental, utilizando como ejemplo la filosofía y las actividades que se han desarrollado en la Sección de Toxicología Ambiental del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV).

La toxicología estudia los efectos adversos resultantes de las interacciones entre las sustancias químicas y los seres vivos, y por esta razón es una actividad multidisciplinaria que principalmente se apoya en diversas disciplinas como la bioquímica, patología, epidemiología, química analítica, farmacología, genética, biología celular y fisiología, aunque existen otras disciplinas que la enriquecen. La toxicología ambiental tiene como objetivo estimar la probabilidad (riesgo) que tiene una población de sufrir efectos nocivos para la salud como resultado de la exposi-

ción a sustancias químicas. Quizá llame la atención que se haya utilizado el concepto de evaluación de riesgos para caracterizar a la toxicología ambiental; al efecto, es menester tener en cuenta que el enfoque probabilístico permite aplicarlo tanto a poblaciones de organelos a nivel subcelular como a poblaciones de seres humanos y otros organismos.

El panorama que se presenta está restringido a mi experiencia y a las actividades que se realizan en la, Sección de Toxicología Ambiental del CINVESTAV, y no consideran otras áreas que son importantes para el estudio de esta disciplina. La Sección tiene entre sus objetivos realizar investigaciones y formar recursos humanos capacitados en:

a) La caracterización de la exposición a xenobióticos relevantes para la problemática de la salud ambiental en México. Se intenta conocer la dimensión de los problemas de exposición. En los estudios de monitorización ambiental se define la extensión geográfica del problema y el número de individuos expuestos. En conjunción con los estudios de orden biológico, se define el nivel de exposición, la duración de la misma y su impacto sobre la carga corporal de los individuos expuestos.

b) La identificación de los efectos biológicos resultantes de la exposición. El cumplimiento de este objetivo permite establecer si la exposición produjo efectos adversos en las poblaciones expuestas. El estudio incluye la realización de historias clínicas hospitalarias con módulos de exploración especializados, y pruebas de laboratorio con el propósito de identificar efectos subclínicos.

c) El estudio de los mecanismos mediante los cuales las sustancias químicas causan efectos adversos. Investigaciones a nivel subcelular o bioquímico permiten conocer en forma más precisa la historia natural de los fenómenos patológicos resultantes de la exposición a contaminantes ambientales. En consecuencia, el conocimiento generado es indispensable para proponer indicadores de daño temprano, lo cual posibilita identificar individuos en alto riesgo de sufrir efectos más serios, y permite la instrumentación de medidas preventivas.

d) La estimación del riesgo que un contaminante representa para la población expuesta. Se trata de un proceso integrador, uno de cuyos objetivos principales es establecer la relación dosis-respuesta, que permite hacer predicciones sobre el tipo de efectos esperados y su probable ocurrencia.

Para lograr los objetivos mencionados, la Sección se ha organizado en cuatro unidades de trabajo: 1) laboratorios de mecanismos, bioquímicos de toxicidad (biosíntesis del grupo hemo y metabolismo de xenobióticos); 2) laboratorios de toxicología analítica (metales y plaguicidas); 3)

\* Centro Panamericano de Ecología y Salud OPS/OMS

unidad de evaluación de riesgos; 4) unidad de epidemiología (en proceso de estructuración). La sección realiza las siguientes actividades:

### 1. Investigación

a) Caracterización de modelos *in vivo* e *in vitro* para el estudio de los mecanismos de acción de algunos contaminantes ambientales. Este tipo de investigación se lleva a cabo en modelos experimentales y en la mayor parte de los casos, proporciona los fundamentos conceptuales y metodológicos para los estudios en poblaciones humanas.

b) Identificación y caracterización de indicadores de exposición y daño producido por contaminantes ambientales en poblaciones humanas. Esta actividad involucra fuertemente a dos disciplinas, la toxicología analítica, orientada hacia la determinación de los niveles de contaminantes ambientales en localidades seleccionadas, y hacia la determinación de contaminantes en tejidos humanos líquidos biológicos. Destaca por su importancia la búsqueda de indicadores tempranos de daño, principalmente metabolitos anormales de sustancias endógenas o metabolitos de dichos contaminantes. La epidemiología está principalmente aplicada al estudio de los efectos sobre la salud en las poblaciones expuestas, y desempeña un papel importante en el diseño e interpretación de los estudios mencionados anteriormente.

El caso del arsenicismo crónico en la región lagunera, en el cual la Sección tuvo una participación importante, fue un ejemplo de un estudio multidisciplinario sobre un problema de contaminación ambiental con graves repercusiones en la salud pública. El estudio permitió realizar investigación en salud pública, básica y determinar las bases para la resolución del problema. En este caso se investigó:

a) La extensión geográfica de la contaminación del acuífero de la región, se determinaron los estados de oxidación de arsénico presente en el agua, y se seleccionaron nuevas fuentes de abastecimiento para reducir el número de habitantes que ingieren agua contaminada con arsénico.

b) La prevalencia de lesiones preneoplásicas y neoplásicas en las poblaciones afectadas, utilizándose la información obtenida para validar el modelo de estimación de riesgo derivado de la exposición a arsénico de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América como un paso previo para la propuesta de nuevos límites máximos permisibles para el agua de bebida.

c) Se realizó una investigación básica en modelos experimentales, incluyendo cultivo de tejidos y animales, sobre

la utilidad de determinar el patrón de excreción urinaria de porfirinas como indicador de daño temprano. Esta investigación se encuentra en fase de prueba en poblaciones humanas con la colaboración del Instituto Nacional de Salud Pública. Se estudió el metabolismo del arsénico en seres humanos expuestos, con el propósito de identificar alteraciones que pudieran explicar la existencia de individuos más susceptibles a los efectos tóxicos de la exposición. Recientemente, en colaboración con la doctora Patricia Ostrosky del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, se demostró que individuos expuestos a arsénico presentan disminución de la cinética de proliferación linfocitaria. Las implicaciones de este hallazgo, en términos inmunológicos y de mecanismos de carcinogénesis, se encuentra aún bajo estudio.

### 2. Formación de recursos humanos

a) Maestría. El programa tiene una duración de dos años y medio. El núcleo del programa funciona en el Departamento de Farmacología y Toxicología del CINVESTAV. Sin embargo, para algunos temas se ha solicitado la colaboración del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM y del Instituto Nacional de Salud Pública.

b) Trabajo de investigación conducente a la obtención del doctorado en toxicología.

Los programas proporcionan al estudiante experiencia en los tres elementos fundamentales de la práctica toxicológica: 1) determinación de la exposición; 2) identificación de los efectos tóxicos; 3) estimación de riesgos.

### 3. Investigaciones por contrato

La Sección ha realizado estas actividades tanto para el sector privado como para el sector público y agencias internacionales. Para SARH y SSA se evaluó el problema de contaminación por arsénico y otros elementos en el acuífero de la región lagunera, y su repercusión en el estado de salud de sus habitantes. Para SEDUE se elaboraron normas técnicas para la determinación analítica de residuos peligrosos. Para la industria minerometalúrgica se han realizado diagnósticos de situaciones ambientales conflictivas.

Para finalizar, quisiera enfatizar que existe una gran desproporción entre la magnitud de los problemas ambientales que afectan a México, y el número de profesionales formados capaces de estudiarlos y resolverlos. Es necesario iniciar un programa de formación de recursos humanos en las áreas de salud, toxicología e ingeniería ambiental, y en consecuencia apoyar a las instituciones que se dedican a esta tarea indispensable para el desarrollo del país.

## IV. El agua, recurso para el desarrollo y la salud

HUMBERTO ROMERO-ALVAREZ\*

El agua, el desarrollo y la salud son correlativos. Siendo materia prima para la industria y la agricultura, el desarrollo social y económico no sería posible sin una dotación de agua en cantidad y calidad adecuadas. Igual sucede entre el agua y la salud, cuya correlación dual, positiva o negativa, lo mismo representa vida y bienestar que produce riesgo y daño al individuo.

El tema, por conocido, expone a quien lo presenta a caer en lugares comunes y a ser reiterativo; no obstante, hay aspectos que se modifican con el tiempo y acreditan nueva reflexión y análisis. Así, el concepto de desarrollo ha sido objeto recientemente de largos debates, llegándose a la conclusión de que sólo tendrá validez si es duradero o sostenible. La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, también conocida como Comisión Brundtland, lo define como "un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, y la orientación del desarrollo tecnológico e institucional, están en armonía para satisfacer las necesidades presentes y futuras de la humanidad".<sup>1,2</sup>

En cuanto al agua como recurso para la salud, tiene que ser accesible para el usuario y cumplir con las normas de calidad. Sin embargo, a veces no se cuenta con criterios médicos bien definidos para decidir sobre su uso y aprovechamiento, ante situaciones en las que entran en conflicto razones de desarrollo con factores de riesgo ambiental.

Los dilemas se plantean con frecuencia. Analicemos dos casos que preocupan a las autoridades en nuestro país y que ilustran esta situación: uno, se relaciona con la necesidad de balancear riesgos químicos y biológicos al potabilizar el agua, a fin de que sea segura y apta para el consumo humano; y el otro, se refiere al peligro y ventajas que a la vez encierra el uso de las aguas negras o residuales en la agricultura; por una parte, está el carácter contaminante de los desechos, y, por la otra, sus valores fertilizantes.

En el primer caso, en el agua de bebida, preocupan especialmente los efectos agudos de la contaminación por gérmenes patógenos, causantes de diarreas y gastroenteritis generalizadas en el país que dan lugar a tasas de morbilidad y mortalidad particularmente altas entre los niños.<sup>3</sup> El

\* Académico titular

hecho más contundente es la epidemia de cólera que se registra y que ha venido a agravar el cuadro, de por sí serio, de las salmonelosis y shigelosis, que aún sufre el mexicano.

La medida indicada para contrarrestar este problema, adoptada con gran intensidad a partir de la implantación del programa Agua Limpia, en abril de 1991, es la desinfección del agua mediante la cloración. Antes de esta fecha se cloraba 52 por ciento de los caudales suministrados a las ciudades; ahora se hace en 82 por ciento.<sup>4</sup>

La eficacia de esta medida, como complemento obligado de los procesos de potabilización convencionales, a base de sedimentación, floculación y filtración, ha sido plenamente comprobada en los Estados Unidos en donde se practica desde 1915.<sup>5</sup> Ya a principios del siglo, el doctor Reincke en Hamburgo (Alemania), y el ingeniero Mills en Lawrence, Mass., habían observado cada uno por su lado, que los índices de diarrea en niños se reducían grandemente después de implantar la potabilización del agua en esas ciudades. Esta conclusión, a la que Rosenau llamó "fenómeno de Mills y Reincke"<sup>6,7</sup> fue confirmada estadísticamente y, aunque el agua no es el único factor de riesgo ambiental, pues los alimentos contaminados también lo son, se hizo evidente que al dotar a una población de servicios de agua con garantía de su potabilidad, no sólo disminuía la mortalidad específica por las entonces llamadas enfermedades hídricas, sino también otras enfermedades y, por ende, la mortalidad general.

Este hecho -que habría necesidad de verificar en el presente- fue elevado a la categoría de teorema por Hazen, quien estableció precisamente que "por cada defunción de fiebre tifoidea evitada mediante la potabilización del agua, se evitaban al mismo tiempo dos o tres defunciones más, atribuidas a otras causas".<sup>8</sup>

En México se conoce bastante la etiología del extenso grupo de enfermedades conocidas como diarreas infecciosas, en las que intervienen numerosos agentes,<sup>9</sup> pero no tenemos evidencia epidemiológica que nos permita concluir en los términos apuntados. Sin duda sería útil ahondar en el análisis de las estadísticas vitales para determinar los efectos de la cloración en la incidencia de los padecimientos en cuya transmisión sabemos que el agua juega un papel importante.

En 1974, en Holanda y los Estados Unidos de América se descubrió, de manera independiente, que hay subproductos de la cloración, como los trihalometanos, asociados probablemente a riesgos cancerígenos. Según opinión de expertos internacionales en epidemiología ambiental, hasta ahora estos riesgos no son bien entendidos ni cuantificados, ni se acercan comparativamente en magnitud a los riesgos debidos a las enfermedades infecciosas de entrada por vía bucal, que pueden ocurrir si no se

desinfecta el agua. Los beneficios individuales de protección a la salud que confiere la cloración exceden grandemente a los posibles riesgos de cáncer.<sup>10</sup>

El cloro sigue siendo el desinfectante de elección, pues supera en ventaja al ozono, del que también se sospecha que genera subproductos indeseables. En todo caso, hay que reducir al máximo la turbiedad y el contenido de materia orgánica del agua. Esta medida, aunada a la protección sanitaria de la fuente de abastecimiento de agua deben ser los pasos a seguir.

Veamos ahora el caso de las aguas negras o residuales, producto del metabolismo urbano, peligrosas por ser el vehículo de transporte y alejamiento de las excretas humanas y su carga patógena y química.

En México, sólo 67 por ciento de los habitantes cuenta con servicios de alcantarillado y las aguas que se generan, en su mayor proporción sin tratamiento alguno, se usan solas o mezcladas en riego agrícola, siendo muy apreciadas, pues su productividad es alta, pero a la vez con serio riesgo para la salud de los trabajadores y de quienes aprovechan los productos, sobre todo las hortalizas que se consumen crudas.

Aquí estamos frente a otro dilema, pues no parece razonable dejar de usar un recurso tan valioso en un país árido o semiárido cuyo desarrollo agrícola depende básicamente del agua. Ante esta situación, el Gobierno Federal ha optado por la restricción energética de los cultivos, dado que normalmente las aguas residuales no reúnen requisitos mínimos de calidad. La norma técnica, ecológica y sanitaria, en vigor, apoyada en directrices de aceptación mundial, exige que las aguas a usar no contegan más de mil coliformes fecales por cada cien centímetros cúbicos o cuando más un huevo viable de helminto por litro de agua; además, debe dejarse un intervalo mínimo de 15 a 20 días entre el último riego y la cosecha.<sup>12,13</sup>

El tratamiento de las aguas negras ha sido muy limitado hasta ahora, principalmente por razones económicas y financieras, pues las poblaciones usuarias no tienen la costumbre de pagar el costo real de este servicio. Actualmente se hace un gran esfuerzo por modificar esta práctica, lo que está permitiendo la construcción de plantas de tratamiento en gran número, utilizando de preferencia, en medianas y pequeñas poblaciones, el sistema de lagunas de estabilización, apropiado para México, dadas las condiciones meteorológicas, su eficacia en la remoción de patógenos, facilidad de construcción y operación.

Cabe mencionar el caso de las aguas residuales que se generan en el área metropolitana de la Ciudad de México (alrededor de 40 mil litros por segundo), las cuales se utilizan crudas o mezcladas con aguas superficiales, en

riego agrícola en el cercano Valle del Mezquital, del Estado de Hidalgo. La transformación que se ha operado en esa zona desértica y tradicionalmente pobre, es muy notable. Ahora hay prosperidad sostenida; la superficie de riego ha ido creciendo a medida que pasa el tiempo, hasta convertirse en el sistema más grande del mundo en su género, con cerca de 90 mil hectáreas bajo producción.<sup>14</sup>

En cuanto al riesgo para la salud humana, este todavía no ha sido evaluado como fuera de desear. Actualmente, investigadores del Instituto Nacional de Nutrición, en coordinación con los de la Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres, y con apoyo de la Comisión Nacional del Agua, realizan un estudio de evaluación del impacto epidemiológico en familias de trabajadores bajo condiciones diversas de exposición y en un grupo control. Se buscan fundamentalmente asociaciones entre la exposición y la prevalencia de enfermedades diarreicas y parasitosis intestinales (*Ascari lumbricoides*).<sup>15</sup> A los ingenieros sanitarios les serán de gran utilidad los resultados que se obtengan de este estudio, para poder establecer los niveles de tratamiento de las aguas residuales que permitan reducir riesgos, y plantear las medidas complementarias, social y económicamente viables, en términos de protección a la salud pública.

Es evidente la necesidad de promover más estudios de esta naturaleza y fortalecer las medidas de medicina preventiva y de apoyo al saneamiento ambiental. Hay otros aspectos que demandan más atención, como el control sanitario de desechos sólidos y líquidos peligrosos generados en hospitales y laboratorios que es de primordial importancia en el control de la contaminación.<sup>16</sup>

En resumen, la correlación positiva entre el agua, el desarrollo y la salud, se ve amenazada por la calidad del líquido cuando ésta no reúne los requisitos de potabilidad y no se le preserva de contaminación microbiológica con un sistema adecuado de desinfección que garantice acción residual. Lo mismo podríamos decir en cuanto a la contaminación química. Las aguas negras, a su vez, requieren de un tratamiento depurador para que puedan ser utilizadas posteriormente en la agricultura o en la industria, o ser vertido sin riesgo de contaminación en las corrientes, ríos, lagos, mares, evitando así que se agrave el problema de escasez de nuestros recursos hidráulicos.

Las medidas requeridas de prevención y saneamiento del agua son costosas, onerosas para la población y toma mucho tiempo realizarlas. De aquí que para asegurar la promoción y cuidado de la salud en el contexto de un desarrollo sostenido, hay que armonizar los distintos factores en juego para la solución de los problemas. Sería recomendable:

- emplear tecnologías apropiadas a nuestro medio; es decir, ajustadas en la medida de lo posible a lo que las gentes desean y pueden pagar.

- orientar las inversiones y programas de saneamiento a la satisfacción de necesidades prioritarias;

- fortalecer y consolidar las estructuras institucionales de los servicios de agua potable y saneamiento, manteniendo la debida coordinación.

- estimular la participación social y privada, especialmente la del cuerpo médico; y, por último,

- promover la realización de más estudios epidemiológicos que den el debido sustento a las acciones de saneamiento ambiental en nuestro medio.

## Referencias

1. Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Nuestro Futuro Común. Oxford University Press Oxford 1987:46.
2. FAO. Programa de Acción Internacional sobre el Agua y el Desarrollo Agrícola Sostenible. Roma, 1991.
3. OPS/OMS. La salud ambiental y la gestión de los recursos de agua dulce en las Américas. Washington, 1992.
4. Comisión Nacional del Agua. Situación actual del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento. México, 1992.
5. Wolman A. Some aspects of shlorination. Am Water Works Assoc. 1916.
6. Maxey KF. En: Rosenau. Preventive Medicine and Public Health New York: Appleton Century Crofts, Inc., 1956:1230.
7. Wolman A. Water, Health and Society. Indiana University Press. 1969:65
8. Paz Maroto J. Abastecimiento de agua. Madrid, 1962:44.
9. Olarte J. Etiología de las diarreas infecciosas: viejos y nuevos agentes. Bol Med Hosp Infant Mex 1992;49:143
10. Glaze W H, Goldsmith JR y col. Notas personales. 1992
11. Cáceres O. Desinfección del agua. Ministerio de Salud OPS/OMS. Lima, 1990.
12. International Reference Centre for Waste Disposal (IRCWD). The Engelberg report on health aspects of wastewater and excreta use in agriculture and aquaculture. Duebenfor, 1985.
13. Diario Oficial. Acuerdo por el que se expide la Norma Técnica Ecológica NTE - CCA - 033/91. México, D. F. octubre, 1991.
14. Mara D, Cairncross S. Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura. OMS y PNUMA. Ginebra, 1990.
15. Cifuentes E. Informe preliminar del Proyecto "Impacto Epidemiológico del Uso de Aguas Residuales". Comunicación Persona" México, D. F. 1992.
16. Congress of the United States. Finding the Rx for Managing Medical Wastes. Washington, 1991.

## V. Manejo multidisciplinario de riesgos ambientales

CARLOS SANTOS-BURGOA\*  
LEONORA ROJAS-BRACHO\*  
ROCIO ALATORRE\*

Históricamente, dentro de los determinantes de la salud mundial, destaca la vinculación del hombre con su entorno implicando costos directos a los servicios de salud. Los sistemas de seguridad social más avanzados iniciaron y han mantenido este vínculo con los aspectos ocupacionales y en sus reformas más recientes se están expandiendo para afrontar los efectos del ambiente general.

Si bien lo ambiental fue la mayor contribución del sanitarismo, su relación con el desarrollo tecnológico e industrial se ha demostrado en países desarrollados y en desarrollo, con tal especificidad que ya se empieza a hablar de atención primaria ambiental.

Las autoridades de salud pública de muchos países temen involucrarse en estos aspectos no tradicionales "sanitaristas" preocupados por los potenciales "impases ambientales" que se producen en el entorno productivo y la afectación a la salud.

Este ensayo busca involucrarse con la visión prospectiva que hace un siglo involucró a la medicina nacional para construir las bases del futuro del país, subraya el sólido y complejo conocimiento científico de la salud ambiental que lo sustenta y tiene como objetivo el de que, fundamentado en la base metodológica de la salud ambiental, presentar su multidisciplinariedad y abundar sobre el establecimiento de estándares con relación a riesgos aceptables a la población.

### Definición de salud ambiental

El enfoque que durante mucho tiempo se tuvo sobre las enfermedades infecciosas, está siendo complementado por la apreciación y la preocupación por los xenobióticos, agentes no infecciosos con potencial de daño a la salud. La toxicología es ahora una ciencia tan básica como la inmunología. Simultáneamente se ha desarrollado la epidemiología ambiental.

\* Escuela de Salud Pública. Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Mor.

La salud ambiental se refiere, entonces, tanto al estudio de los agentes tóxicos naturales o antropogénicos que representan un peligro potencial para la salud del individuo y la población, como al diseño y establecimiento de una respuesta social organizada para contender con ellos.

La evaluación de riesgos es una metodología que pretende que la normatividad se base en el conocimiento científico más actualizado en cuanto a la definición de los efectos para la salud de individuos o poblaciones, generados por la exposición a materiales peligrosos. El manejo de riesgos se relaciona con el análisis de estrategias alternativas, de manera que se seleccione la más apropiada, de acuerdo con los resultados de la evaluación de riesgos y tomando en consideración las preocupaciones sociales, los aspectos políticos y los ángulos económicos.

El proceso de la evaluación de riesgos está constituido por cuatro etapas fundamentales.

Para la identificación del riesgo se utiliza la información de investigaciones epidemiológicas, de pruebas experimentales y de comparaciones de estructuras moleculares tóxicas conocidas. La demostración en seres humanos es la evidencia más importante.

Con la estimación de la dosis-respuesta se establece la relación entre determinada concentración del agente y la incidencia de los efectos negativos en la salud de la población expuesta. Se realizan extrapolaciones de dosis elevadas a dosis bajas; se ajusta un modelo matemático con datos de modelos animales y se utiliza dicho modelo para predecir los riesgos a dosis bajas, que son aquellas a que se exponen los seres humanos en el ambiente.

Durante la evaluación de la exposición se determina la intensidad, frecuencia y duración de la exposición humana a un agente potencialmente tóxico. Se describe en forma detallada la magnitud, duración y ruta de exposición; el tamaño, naturaleza y grupo de la población humana expuesta, así como la incertidumbre de la estimación. Esta evaluación puede delimitarse matemáticamente a partir de modelos empíricos, enfatizando la exposición total personal.

La caracterización de riesgos combina los datos de la evaluación de la dosis-respuesta y la de la exposición para estimar la incidencia del efecto en una población definida. Dada la variabilidad entre los individuos de una misma población, la intensidad de las reacciones de defensa o de adaptación de cada uno de ellos será diferente. Asimismo, la ubicación geográfica de la población en cuestión, los factores meteorológicos y climáticos, determinarán los riesgos poblacionales. De ahí la especificidad de esta caracterización y la posibilidad de aplicarla localmente.

La mayor fortaleza de la metodología de la evaluación de riesgos es su consistencia interna y su habilidad para

efectuar comparaciones entre sustancias, tomando como meta la determinación de los efectos en la salud. Esta proporciona elementos cuantitativos de gran utilidad en el momento de enfrentarlos a decisiones que finalmente implican acciones financieras.

En México se empezó a trabajar recientemente con los elementos científicos para la evaluación y manejo de riesgos. Ofrecer un sustento para el establecimiento de normatividad y regulación es hoy en día un *sine qua non* social o legislativo.

La evaluación de riesgos constituye actualmente una "filosofía" del conocimiento y del trabajo que debe de adoptarse. Este enfoque pareciera "novedoso"; lo es en cuanto a que tiene apenas tres lustros de existencia. Sin embargo, esto se origina de los modelos estocásticos epidemiológicos, empleados para simular epidemias infecciosas. Se elaboran pragmáticamente para sustentar alternativas de manejo y es bajo esta tradición que ahora se deben plantear y fortalecer, como un fuerte instrumento de prevención primaria.

Las disciplinas que interaccionan y forman parte de las ciencias de la salud ambiental se muestran en cuanto a su requerimiento por la evaluación y manejo de riesgos. La epidemiología y la toxicología son las básicas al proporcionar información sobre las observaciones de laboratorio y de campo de las exposiciones a agentes específicos, los métodos de extrapolación y la estimación de los efectos adversos para la salud, así como el impacto de la reducción del riesgo por las medidas de manejo. La evaluación de la exposición se puede estimar gracias a la vigilancia ambiental, la ecología y la química ambiental.

La interrelación entre la medicina clínica, la fisiología y la biología permite evaluar los efectos de las sustancias tóxicas. Algunas de las ciencias sociales, como la economía, la demografía, la sociología y la antropología física, contribuyen fundamentalmente a la caracterización de la población expuesta y al manejo de riesgos en el desarrollo de opciones y en la selección de estrategias.

#### *Componentes de un estándar ambiental*

El punto de vinculación entre la evaluación y el manejo de riesgos son dos conceptos e instrumentos básicos: el estándar ambiental, incluyendo la norma y el concepto de riesgo aceptable. La norma es una meta, punto o nivel de acción, el cual se plantea como deseable. Sin embargo, la norma no es un elemento gerencial o de apoyo a la toma de decisiones.

El propósito de un estándar ambiental es establecer una meta a alcanzar, bajo un programa específico.

De las bases para la regulación y el programa para su aplicación, planteando cómo alcanzar la meta y cada uno de los pasos a seguir.

Se muestran dos tipos de relaciones dosis-respuesta: en una de ellas la respuesta se inicia después de que se presenta una concentración determinada en el ambiente; en la segunda, la respuesta se inicia con la sola presencia del contaminante, independientemente de su concentración.

Actualmente las normas se prescriben asumiendo la existencia del punto en el cual no hay efecto para la salud, y se establecen previendo un margen de seguridad para proteger al público.

Para algunos contaminantes, las normas se han establecido tomando niveles que representan cierto riesgo. Independientemente del tipo de curvas dosis-respuesta para diferentes contaminantes, cada vez hay mayores evidencias toxicológicas que sugieren que *no existen niveles seguros* para muchos de los contaminantes.

El establecimiento de estándares se ve sometido a una serie de valores, políticas y comportamientos específicos de un momento y sociedad particulares. Esto, aunado a los valores intrínsecos de la sociedad, explica que los estándares de exposición no se debieran "importar" sin un proceso de aprehensión y racionalización propios. Al parecer, la falta de transferencia tecnológica de los países desarrollados a los países en vías de desarrollo se ve reflejada en la falta de transferencia de la metodología para establecer estos estándares. Muchos países simplemente adoptan lo que se ha definido para otros grupos poblacionales.

Un estándar es un concertador y organizador de las partes que se encuentran involucradas. Involucrar a las partes garantiza la concentración de la información técnica pertinente, el conocimiento de los intereses potenciales, la conciliación de intereses de los grupos individuales y mayoritarios, y la distribución de responsabilidades.

Un estándar es más que una norma de calidad. Es un plan estratégico con metas definidas, en el que se tiene un numerador con las concentraciones de un contaminante y un denominador con el tiempo; es un programa estratégico -esto es, a mediano plazo- con sustento metodológico, con factibilidad técnica y económica, con recursos asignados y con definición de plazos temporales con metas a alcanzar en cada uno de ellos.

#### *El concepto de riesgo aceptable en salud pública*

Adicionalmente, existe un juicio de valor que subyace en el proceso de toma de decisiones y que es central en la política de salud ambiental: a la formación y supuestos científicos que se adopten para definir las curvas de dosis-

respuesta, así como a la factibilidad económica o política para definir una meta a alcanzar en el manejo ambiental.

#### **El riesgo que la sociedad considera aceptable**

En general se toman en cuenta:

a) La existencia de factores que afectan la forma de evaluación del riesgo y su nivel basal, destacando:

1. Potencial catastrófico
2. Control por el individuo
3. Familiaridad
4. Voluntad de exposición
5. Comprensión
6. Efecto en niños
7. Incertidumbre
8. Efectos inmediatos o tardíos
9. Efectos en generaciones futuras
10. Equidad
11. Años de vida perdidos
12. Confianza en las instituciones
13. Beneficio
14. Atención de medios masivos de comunicación
15. Reversibilidad
16. Historia de producción de accidentes
17. Identidad de la víctima
18. Origen de causa (antropogénica o natural)
19. Interés personal
20. Porcentaje de la población expuesta al riesgo

b) La clasificación de estos factores, a través de dos variables importantes: el tipo de causa y la existencia de control sobre la exposición al riesgo, así como con la estratificación por el porcentaje de población que participa del riesgo (alto, medio o bajo). En general, al hablar de riesgos ambientales, se está poniendo énfasis en los antropogénicos involuntarios.

c) En el momento de establecer una norma, se acepta un determinado nivel de peligro, de que un cierto número de individuos de la población se enferme o muera por la exposición a la concentración del agente ambiental tóxico que se considera tolerable. Por ejemplo, la norma ocupacional de la Unión Norteamericana para mineros de carbón expuestos al polvo, "acepta" que uno de cada mil trabajadores muera por enfermedad pulmonar relacionada con la exposición, y que muchos más queden incapacitados. Por otro lado, en México "aceptamos" que 3 por ciento de los niños menores de un año fallezcan, o que la probabilidad de morir de personas entre 18 y 40 años de edad por causa de un accidente, sea de 1/1000 o que de cada 100 pacientes con cólera, dos fallezcan. Todas estas tasas se "aceptan" prácticamente como un hecho.

Sin embargo, en el manejo de problemas de salud pública, la sociedad o sus organizaciones toman una decisión sobre lo que desean. Así, se ha considerado que en México es inaceptable un solo caso de viruela o de poliomielitis (ni siquiera su morbilidad se acepta), y para ello se han destinado enormes recursos financieros. Lo mismo ha de suceder cuando se define una meta o una norma de calidad del aire o del agua, como respuesta social organizada, al determinarse los "niveles base en los cuales no se afecta la salud pública".

El *riesgo aceptable* no puede ser el mismo para todo tipo de circunstancias, por lo cual se deben considerar cinco aspectos:

- 1) Tamaño de la población expuesta
- 2) Tipo de pirámide poblacional
- 3) Potencia del agente
- 4) Gravedad del efecto sobre la salud
- 5) Tipo de tal efecto.

Al tomar como máximo nivel aceptable el *riesgo individual máximo* (RIM), un nivel de exposición por debajo del RIM, sería aceptable. Un riesgo por encima de este nivel sería, por lo tanto, *no aceptable*. Evidentemente, la decisión fundamental consiste en el establecimiento del RIM para el agente y el efecto en la salud.

Por ello consideramos que ahora compete a la sociedad el discutir el riesgo que considera aceptable en este momento, y reflexionar acerca de sus implicaciones al presente y futuro de la Nación, tanto en aspectos de salud como económicos.

## Conclusiones

Las enfermedades ocasionadas o condicionadas por alteraciones ambientales, entre ellas la intoxicación por metales como plomo y arsénico, la enfermedad ocupacional, el asma infantil, el cáncer, las alteraciones en las funciones reproductivas, constituyen una epidemia prevenible. A la

vez que se modifiquen los hábitos y costumbres personales, la historia de la práctica sanitaria demuestra que en el manejo ambiental radica gran parte de los éxitos y la mejoría en la esperanza de vida. Los xenotóxicos se encuentran ahora en la lista de los agentes que sobrecargarán la deuda de morbi-mortalidad del futuro.

Para enfocar los problemas en salud ambiental, conviene visualizarlos, modificando el ya conocido esquema de análisis de salud.

Cabe destacar que a nivel poblacional existen servicios no personales de salud ambiental, incluyendo la vigilancia y monitorización, el apoyo técnico en la remoción de contaminantes en medios específicos, como acción de evaluación tecnológica, y el manejo y divulgación de información toxicológica. Es ahora cuando debemos urgentemente construir con solidez y rigor científicos, la capacidad de respuesta que requiere la Nación, incorporando lo mejor del conocimiento mundial en cuanto a la integración de la evaluación y el manejo de los riesgos a la salud poblacional por los contaminantes ambientales.

Con todo esto, se puede sostener y concluir que:

- 1) Los riesgos ambientales son manejables.
- 2) Existe una base científica y multidisciplinaria que permite evaluarlos y apoyar su manejo racional y bien orientado.
- 3) La complejidad del conocimiento que se requiere integrar, demanda alta capacidad científica.
- 4) Es central a este manejo la valoración del riesgo aceptable por la sociedad.
- 5) Los estándares ambientales constituyen programas estratégicos, a través de los cuales se obtiene un censo para organizar la respuesta social.
- 6) Corresponde a la autoridad sanitaria del país tomar el liderazgo sólido e intersectorial para la definición de los niveles aceptables y la estructuración de estándares que cumplan con el Derecho Constitucional a la Protección de la Salud.