

Los programas de intervención contra los agentes tóxicos

Intervention programs against toxic agents

César Aburto Galván¹

RESUMEN

Destacando el fuerte componente comportamental que tienen las principales causas de mortalidad, se describe la naturaleza, origen e impacto que tienen los agentes tóxicos en la morbilidad y mortalidad, así como las acciones que podrían llevarse a cabo y las que se desarrollan para eliminar o limitar su efecto como una actividad dentro del ámbito de la psicología de la salud.

Palabras clave: Programas de intervención; Agentes tóxicos; Contaminación ambiental.

ABSTRACT

The strong behavioral component of the main causes of death, the nature, origin and impact of the toxic agents in the morbidity and mortality are described here, as well as the actions that could be taken, and those that are already undertaken to eliminate or limit their effect on the context of health psychology.

Key words: Intervention programs; Toxic agents; Environmental contamination.

INTRODUCCIÓN

En 1996, Aburto y Gamundi propusieron como causas reales de mortalidad para México en 1993 las siguientes: tabaquismo, dieta y patrones de actividad, consumo de alcohol, agentes microbianos, agentes tóxicos, armas de fuego, comportamiento sexual, vehículos de motor y uso ilícito de drogas, en las que se ve mejor el papel del comportamiento en la mortalidad y en las que se valoraría más el papel del psicólogo en los programas de salud.

¿Qué se hace con ese enfoque para disminuir el número de muertes en cada una de esas causas? En trabajos previos (Aburto, 1998, 1999, 2002, 2003), se intentó contestar a esa pregunta describiendo los programas de intervención contra las cuatro primeras causas; este trabajo intenta hacer lo mismo en lo que corresponde a la quinta, describiendo los programas de intervención contra los agentes tóxicos.

Un primer hecho es que la contaminación química, la radiación y el ruido ambiental son también producidos por procesos naturales, pero la mayoría de los problemas actuales de contaminación química surge de fuentes antropogénicas, es decir, de aquellas atribuibles directa o indirectamente a la actividad humana, lo que hace de interés esos problemas para la psicología de la salud. Al conformar el ambiente a nuestras necesidades y conveniencia, hemos usado los recursos de la tierra para alimentarnos, vestirnos y

¹ Instituto de Investigaciones Psicológicas de la Universidad Veracruzana, Dr. Luis Castelazo Ayala s/n, Col. Industrial Ánimas, 91190 Xalapa, Ver., México, tel. (228)812-57-40, fax (228)812-86-83, correo electrónico: caburto@uv.mx. Artículo recibido el 12 de agosto y aceptado el 30 de septiembre de 2004.

calentarnos, para hacer funcionar nuestras máquinas y para producir bienes materiales, pero al hacerlo hemos creado contaminación (Lippmann, Cohen y Schlesinger, 2003).

Se han identificado varios tópicos como áreas básicas que debieran ser consideradas para cubrir los principales aspectos de la salud ambiental: calidad del aire, higiene de los alimentos, agua potable, aguas servidas, desechos sólidos, desechos peligrosos, control de vectores, prevención de lesiones, vivienda, salud ocupacional, agua recreacional y programas de radiación, evaluación de riesgos, manejo y comunicación, herramientas de investigación y herramientas de administración (Baker y Silverman, 2003).

LOS AGENTES TÓXICOS

Las sustancias químicas están en todas partes en el ambiente, y de la misma manera que las plantas o el agua, ocurren naturalmente. Toda la materia está compuesta por sustancias químicas, incluidos los alimentos, bebidas, ropa, medicinas, plantas y aun las propias personas. De hecho, muchas sustancias químicas naturales —o derivadas de ellas— pueden ser tan tóxicas para los humanos y el ambiente como los pesticidas, las drogas terapéuticas o los solventes que se usan en la industria. Además, el ambiente natural provee de varios peligros a los humanos, tales como radiación, bacterias, hongos, virus, plantas y ciertos gases (World Health Organization [WHO], 2001).

La contaminación física se debe a la presencia en un sustrato dado de formas de energía que exceden a los niveles basales; la contaminación térmica, la sonora y la radiactiva son algunos ejemplos de ella. La contaminación física causa diversos efectos biológicos, tales como muerte de especies (flora y fauna), problemas de salud humana de tipo psiconeurológico, alteraciones genéticas, cáncer y otros (Albert, 1995).

Entre las toxinas, que son componentes naturales de los alimentos de origen vegetal y animal, se encuentran alcaloides, alergenicos, cianógenos, inhibidores de enzimas, glucosinolatos, aminoácidos tóxicos, proteínas y péptidos, lípidos y

saponinas y toxinas marinas; entre ellas se hallan las toxinas bacterianas, como la neurotoxina, producida por *Clostridium botulinum*. Las micotoxinas de mayor interés, las aflatoxinas, se localizan en el alimento humano o en los alimentos de los animales domésticos. Las micotoxinas incluyen a las producidas por varios géneros de hongos y son contaminantes de origen alimentario que provocan muchas muertes (WHO, 2001).

PROBLEMAS DE SALUD POR AGENTES TÓXICOS

Dentro de los hogares se pueden producir los siguientes síntomas: ojos adoloridos, ronquera, cefaleas, náusea, flujo nasal, mareos y letargos, cuyas causas pueden ser el material del aislamiento de los techos, madera comprimida, fibras de tapices, pesticidas, fertilizantes, pinturas, aguarrás, acabados de madera, escapes de auto, limpiadores, solventes, emanaciones del cocinado, plomo en tubos y en el agua, pintura con plomo, gas radón, humo de cigarrillos, humos de hornos, asbestos que recubren tuberías, fibras de alfombras, humos de chimeneas y naftalina (Williams y Knight, 1994).

Aun las sustancias que son esenciales para nuestro organismo, como el hierro, pueden ser tóxicas en dosis altas. Insuficiente hierro puede provocar anemia, pero demasiado produce diversas anomalías hepáticas. Los tipos diferentes de posibles efectos adversos son demasiado numerosos como para ser enlistados, pero la severidad del efecto puede variar desde una erupción de la piel a la ceguera y el cáncer, con muy diversas posibilidades intermedias. Pueden verse afectados ciertos órganos corporales o varios simultáneamente por la acción de las sustancias químicas.

Las sustancias químicas absorbidas por *inhalación* tienen propiedades específicas. Los gases y los vapores pueden ser inhalados directamente por los pulmones o ser primero absorbidos sobre la superficie de la piel por efecto de los aerosoles y después inhalarse. Por ejemplo, muchos elementos (zinc, arsénico) que son emitidos durante la combustión del carbón están concentrados en la superficie de aerosoles (WHO, 2001) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Algunas de las sustancias que se pueden encontrar en el aire y sus efectos en la salud.

Sustancia química	Efectos
Óxido nítrico	Irritación de ojos, desempeño atlético reducido.
Aldehídos	Irritación de ojos.
Plomo	Afectación del sistema nervioso central.
Partículas suspendidas	Irritación de los bronquios.
Dióxido de azufre y ácido sulfúrico	Irritación de bronquios, broncoespasmos, susceptibilidad a infecciones respiratorias.
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	Cáncer pulmonar.
Dióxido de nitrógeno	Ataques de asma.
Ozono	Ataques de asma.
Monóxido de carbono	Reducción de oxígeno en la sangre.

Fuente: WHO (2001).

A pesar de las defensas del pulmón, puede ocurrir una lesión crónica cuando los procesos de defensa y reparación no pueden prevenir o reparar el daño de la exposición aguda o crónica a altas concentraciones de una sustancia tóxica. Los tipos de daño crónico incluyen cáncer, fibrosis y enfermedades tales como enfisema y bronquitis crónica (WHO, 2001). El 80% de los cánceres de pulmón ocurre en los fumadores. La exposición a ciertas sustancias químicas en el lugar de trabajo también se asocia claramente con el desarrollo de cáncer pulmonar; por ejemplo, se ha observado un incremento en la incidencia de este tipo de cáncer en trabajadores expuestos a algunas formas de níquel, cromo y asbestos.

Las sustancias *ingeridas* que se absorben en el tracto gastrointestinal son recibidas por el hígado. La acumulación de grasa en este órgano (esteatosis) es un signo común de toxicidad hepática y puede deberse a sustancias químicas tóxicas diversas, incluido al alcohol. Sin embargo, siempre que no haya muerte celular, la esteatosis no afecta el funcionamiento del hígado. La necrosis hepática puede resultar de la exposición a varios agentes químicos, entre los cuales se hallan las aflatoxinas, el tetracloruro de carbono y el ácido tánico. La cirrosis puede ser causada por abuso crónico de alcohol, hepatitis viral o agentes químicos que atacan a las células hepáticas. Los tumores del hígado se han asociado con la exposición al arsénico, los bifenilos policlorados, el torio y, especialmente, el cloruro de vinilo. Se ha mostrado que esta última sustancia causa un tipo raro de cáncer hepático: el angiosarcoma; sin embargo, la gran mayoría de cánceres del hígado se debe a la transferencia de células cancerosas de otras partes

del cuerpo (metástasis), con frecuencia de cáncer del pecho, pulmón o colon; éstos, a su vez, pueden deberse al efecto de algunas sustancias químicas.

La mayoría de los metales son potentes nefrotóxicos. El daño del riñón es probablemente el resultado de una combinación entre la merma del flujo sanguíneo —que provoca la producción disminuida de orina y daño del tejido— y la toxicidad de los metales sobre los túbulos, lo que produce su bloqueo. Entre los elementos que pueden dañar al riñón se incluyen el mercurio, cadmio, cromo, arsénico, oro, plomo y hierro. Se ha reportado nefrotoxicidad aguda y crónica después de la exposición a los hidrocarburos, solventes orgánicos y pesticidas (WHO, 2001).

Las neuronas, a diferencia de la mayoría de las células, no se pueden reproducir. Para contrarrestar su incapacidad para reemplazar células dañadas, el sistema nervioso disminuye su exposición a las sustancias químicas por la barrera hemato-cerebral. Ésta se encuentra entre el sistema nervioso y el resto del cuerpo y permite el paso a los nutrientes necesarios, pero limita, aunque no totalmente, la entrada de sustancias tóxicas. Los niños recién nacidos —y especialmente los fetos y los niños prematuros— son más susceptibles a los neurotóxicos (WHO, 2001).

Los inmunotóxicos pueden tener tres efectos diferentes sobre el sistema inmune: suprimirlo, hacerlo hipersensible o causar que ataque al propio cuerpo. Los agentes químicos pueden inhibir la fagocitosis o afectar a los linfocitos y su producción de anticuerpos. Se han identificado numerosas sustancias químicas, tales como los metales (plomo, mercurio) y los pesticidas, que pueden suprimir al sistema inmune. A veces, éste responde

con reacciones alérgicas, que pueden causar muchos efectos diferentes, como la fiebre del heno, el asma, la artritis reumatoide y la dermatitis de contacto (WHO, 2001).

El sistema inmune tiene maneras de distinguir a las células y sustancias del huésped de las células y sustancias extrañas, lo que evita que ataque al propio cuerpo. Cuando el sistema inmune pierde esta capacidad, atacará y eliminará las células del huésped, causando un grave daño a los tejidos. Esta condición se llama *autoinmunidad*. Aunque no tan común como la inmunosupresión o las alergias, la exposición ocupacional a ciertas sustancias químicas ha sido asociada a respuestas autoinmunes; entre tales sustancias se incluyen pesticidas como el aldrín y el dieldrín, el cloruro de vinilo, y metales como el oro y el mercurio.

Los efectos adversos en el organismo en desarrollo que provocan las sustancias químicas pueden ser el resultado de la exposición previa a la concepción (en cualquiera de los padres), durante el embarazo, o desde el nacimiento a la edad de la maduración sexual. Las principales manifestaciones de la toxicidad en el desarrollo incluyen la muerte del organismo en desarrollo, la anomalía estructural, el crecimiento alterado y la deficiencia funcional. El feto en desarrollo es particularmente sensible a las sustancias químicas tóxicas durante ciertos periodos. En los humanos, una fase crítica para la inducción de malformaciones estructurales usualmente ocurre entre los 20-70 días después de la concepción (WHO, 2001).

La exposición aguda a la luz ultravioleta puede producir pigmentación, eritema, edema y sensibilidad de la córnea, así como posiblemente inducir inmunosupresión; la exposición crónica puede generar arrugas o elastosis de la piel, cataratas en los ojos, degeneración retinal y cánceres; la radiación visible puede inducir termocoagulación y daños retinales; la radiación infrarroja también puede producir daños en la piel y los ojos, y la radiofrecuencia y la radiación de microondas tienen efectos dañinos potenciales que se han documentado en animales, como interacción con los tejidos, efectos conductuales y en el sistema nervioso, teratogénicos y en los ojos (Lippmann y cols., 2003).

Las células pueden reparar frecuentemente el daño hecho al DNA por la radiación ionizante,

o el sistema inmune puede reconocer que una célula ha sido dañada y entonces destruirla, de manera que no persista para causar cáncer. Si ninguno de estos eventos ocurre, la célula dañada puede continuar dividiéndose, creciendo y produciendo más copias dañadas de sí misma. Una célula que ha soportado algún daño a su DNA continuará acumulando más daño; si tal daño no mata a las células, originará que luzcan y actúen de manera diferente a las células saludables normales (WHO, 2001).

Ciertas sustancias químicas pueden causar cáncer en los humanos, pero éste también puede ser causado por virus y radiación. No existe un modo único de acción por el cual los carcinógenos produzcan cáncer; sin embargo, su efecto final es el mismo: el desarrollo de un tumor. Aproximadamente 35 sustancias químicas o procesos específicos se han considerado causantes de cáncer en los seres humanos; no obstante, no explican la mayor parte de los casos. Muchos estudios implican la elección de ciertos estilos de vida —particularmente el uso de productos del tabaco, la dieta y el consumo de alcohol— como contribuyentes en la mayoría de los cánceres. Entre estos pueden mencionarse las aflatoxinas, el arsénico, el benceno, los compuestos de níquel, el cloruro de vinilo y otros.

En relación con el efecto de los campos electromagnéticos, la exposición aguda a la luz ultravioleta puede generar una mayor pigmentación de la piel, eritema, inflamación y también sensibilidad en la córnea. La luz visible puede provocar una termocoagulación similar a la producida por las quemaduras eléctricas o térmicas, y asimismo lesiones en la retina, y la luz infrarroja también puede dañar la piel y los ojos.

Los datos sobre los efectos de la frecuencia radial en los humanos son limitados, y por ello se han empleado modelos animales para extrapolarlos a los humanos; tales estudios en animales han encontrado efectos en los sistemas nervioso, neuroendocrino, reproductivo, inmune y sensorial (Lippmann y cols., 2003).

Los rayos X tienen muy alta frecuencia y pueden ionizar átomos (esto es, liberar electrones de los átomos), por lo cual pueden llegar a causar cáncer; esa es la razón de que los médicos y los dentistas recomienden limitar la exposición a tales rayos. Es de interés relativamente reciente si las

ondas de baja frecuencia (como la exposición a líneas eléctricas de alto voltaje, terminales de video, hornos de microondas y teléfonos celulares) pueden o no ser dañinas; parece ser que hasta ahora nadie está seguro de esto, pero hay estudios en donde se demuestra que la leucemia infantil es aproximadamente del doble en los hogares con altas concentraciones cercanas de líneas eléctricas, y también parece ser más frecuente en hogares con usan frecuentemente aparatos eléctricos, como secadoras de cabello y televisores en blanco y negro. Además, han aparecido asociaciones entre la exposición a ondas de bajas frecuencias y cáncer cerebral y leucemia (Williams y Knight, 1994).

La intoxicación y la infección de origen alimentario son dos causas de enfermedad importantes alrededor del mundo. La primera ocurre cuando se consumen toxinas microbianas preformadas en los alimentos, y la segunda resulta de la presencia en los alimentos de bacterias que pueden causar enfermedad, ya sea por su multiplicación en los intestinos o por la producción de toxinas en el tracto intestinal a consecuencia de la multiplicación y crecimiento; un ejemplo de infección alimentaria es la salmonelosis, y de intoxicación alimentaria el botulismo (WHO, 2001).

ORIGEN DE LOS AGENTES TÓXICOS

El origen de los agentes tóxicos puede ser natural o antropogénico. Son de origen natural las partículas visibles, los productos del metabolismo de las plantas y los animales y de la descomposición orgánica, la erosión, el fuego, la espuma del mar, la radioactividad natural o el vulcanismo. Son de origen antropogénico los siguientes:

a) *Combustión de productos fósiles para producción de energía y calentamiento de espacios.* Una gran proporción de la demanda de energía se deriva de la combustión de gas natural, aceite y carbón. Los combustibles sólidos contienen mezclas variables de hidrocarburos y minerales (azufre, nitrógeno, ceniza mineral no combustible), pero también gases como el radón.

b) *Transportación.* La transportación de materias primas y productos terminados es esencial en el mundo moderno. La gente viaja diariamente para trabajar en lugares lejanos de sus hogares, o

por negocios y vacaciones. Al consumir energía, siempre quedan desechos en la forma de calor, derrames de combustible, productos de los escapes y otros colaterales de la oxidación de los aditivos del combustible. Algunos grandes barcos tienen sistemas de propulsión nuclear. El movimiento de los vehículos vuelve a suspender partículas ya asentadas en el suelo. Los vehículos se desgastan y oxidan diseminando óxido de hierro, partículas de caucho, fibras de asbesto de embragues y frenos, al mismo tiempo que producen ruido (Lippmann y cols., 2003).

c) *Operaciones industriales.* Los procesos industriales son extremadamente variados y complejos. Involucran una diversidad de materiales en una variedad de formas y bajo un amplio rango de condiciones, haciendo virtualmente imposible proveer más que un resumen. En efecto, los contaminantes pueden resultar de la materia prima o de los agentes procesadores, o pueden ocurrir durante la manufactura, embarque o almacenamiento de productos con o sin procesamiento.

d) *Agricultura.* La agricultura moderna es similar a la industria de producción en masa en varios sentidos. Se apoya en equipo automático altamente especializado y en la producción de altos volúmenes. En interés de la eficiencia, utiliza fertilizantes y pesticidas elaborados por el hombre, y concentra productos de desecho al grado de generar graves problemas para su disposición (Lippmann y cols., 2003). Los pesticidas empleados son en ocasiones tóxicos para otras especies y tienen el potencial para afectar a los seres humanos por la ingestión de sus residuos a través de los alimentos. En algunas operaciones agrícolas, tales como la cosecha de frutas, sólo los productos comerciables se recolectan y hay relativamente pocos productos que se desechen. En otras operaciones (por ejemplo la producción de cosechas enraizadas tales como papas, betabeles, zanahorias, etc.), todo el follaje es desperdicio. En las granjas de animales, estos generan una enorme cantidad de desechos fecales durante su crecimiento, y en los rastros se produce una gran abundancia de desperdicios orgánicos.

e) *Actividades domésticas.* Los desechos generados en los hogares también contribuyen a la contaminación química del ambiente. Se afirma que en algunas áreas se descartan cerca de 500

litros de agua por individuo y 1.6 kilogramos por día de basura doméstica. Alrededor de la mitad es papel y cerca del 10% metal. Si se entierran, los desechos sólidos pueden contaminar el agua subterránea con sustancias químicas disueltas y demandas de oxígeno. Si se queman en los viejos incineradores municipales, algunos de los metales, sustancias orgánicas volátiles y otros productos de la combustión incompleta serán dispersados en el aire ambiental. Las plantas de tratamiento también tienen que procesar los desechos sanitarios y los provenientes del lavado de las viviendas individuales (Lippmann y cols., 2003).

f) *Servicios municipales.* Los gobiernos municipales son generalmente responsables de procesar los desechos sólidos y líquidos generados por sus residentes, y, por lo tanto, de reducir el volumen y efectos potenciales de los desechos que colectan. En los tiraderos sanitarios se dispersan los desperdicios en capas delgadas, compactados y cubiertos con tierra todos los días. Algunas municipalidades usan grandes incineradores centrales que llegan a reducir la masa y volumen de los desechos sólidos en aproximadamente un 90%, pero desgraciadamente tales incineradores ponen los productos de la combustión incompleta en la atmósfera.

g) *Contaminación radiológica resultante de reacciones de fisión nuclear.* La contaminación radiológica puede ser bastante penetrante puesto que los radionúclidos siguen las mismas trayectorias ambientales y metabólicas que los núclidos estables del mismo elemento. Si bien no hay discusión en cuanto a que la cantidad total del material radioactivo en el mundo se ha incrementado por la actividad humana, la dosis de radiación de las fuentes naturales es mucho mayor que las emisiones ambientales antropogénicas. Esas fuentes naturales explican aproximadamente el 97% de la dosis anual en algunos países debida a la contaminación ambiental (sin incluir los procedimientos médicos diagnósticos o terapéuticos); pese a ello, cualquier exposición es considerada dañina ya que la radioactividad puede alterar el material genético (Lippmann y cols., 2003).

h) *Contaminantes secundarios.* Hay varios contaminantes químicos de la atmósfera, tales como el ozono en el aire urbano, el cloroformo en

el agua para beber y las aflatoxinas en ciertos alimentos, los cuales no son emitidos al ambiente por fuente primaria alguna, sino que se forman en el ambiente debido a las reacciones químicas entre sus componentes precursores.

i) *Contaminantes en el abasto de alimentos.* Las sustancias químicas que se depositan en el suelo y en la vegetación pueden asimilarse en la biomasa por vía de los alimentos, a las cuales se puede sumar a la toxicidad inherente a los mismos alimentos. Los toxicantes y alérgenos pueden encontrarse en los alimentos aun bajo condiciones ideales, y otros pueden generarse debido a la dispersión de polutos antropogénicos o por el manejo y el almacenamiento deficientes (Lippmann y cols., 2003).

IMPACTO DE LOS AGENTES TÓXICOS

Si se recurre a las diez o veinte principales causas de mortalidad en el país, resultaría difícil destacar la importancia que pudiesen tener los agentes tóxicos por el hecho de que en los certificados de defunción aparecen las causas básicas de mortalidad sin remitirse al proceso que finalmente dio origen a la defunción, pese a lo cual se señaló previamente la importancia de dichos agentes en la generación de cáncer y de trastornos digestivos, hepáticos, renales, pulmonares y de los sistemas nervioso central, reproductor e inmune y otros.

Muchas enfermedades o lesiones son causadas por la infección de un sólo patógeno o por un suceso violento aislado sin algún precursor conocido. Otras surgen, sin embargo, a partir de una exposición previa o actual a un riesgo de algún tipo; estos casos de enfermedad o lesión probablemente no habrían ocurrido en ausencia de tales exposiciones. Es importante, pues, garantizar que reciban la misma consideración que las enfermedades y lesiones. Para cada enfermedad o lesión se tiene que elegir entre la prevención o tratamiento de la enfermedad o lesión mismas y la prevención o reducción de varias exposiciones que pueden ser las causas subyacentes. Se requieren entonces datos confiables de la contribución de las diversas exposiciones a la carga global de la enfermedad o lesión para una evaluación balanceada y comprensiva de las causas de la mala salud de las poblaciones (Murray y López, 1996).

Idealmente, el impacto de cada factor de riesgo debiera ser evaluado en términos de una “moneda común” que incorpore la pérdida de la calidad de vida y la pérdida de años de vida. La principal medición que se está empleando en los informes de salud mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS) son los años de vida ajustados por discapacidad (DALY por sus siglas en inglés, e indistintamente AVAD o AVISA en español).

Así, un DALY es igual a la pérdida de un año de vida saludable comparada con la distribución teórica mínima de riesgo (Murray y López, 1996), o sea, niveles de exposición que generarían el menor riesgo posible a la población (WHO, 2000). Se usan entonces los DALY para poder sopesar el impacto que los agentes tóxicos podrían tener sobre la salud (Cuadro 2).

Cuadro 2. Carga atribuible estimada mundial en el año 2000.

Orden	Factores de riesgo	DALY millones	%
1	Bajo peso	138	9.5
2	Sexo inseguro	92	6.3
3	Presión sanguínea	64	4.4
4	Tabaquismo	59	4.1
5	Alcohol	58	4.0
6	Saneamiento, higiene, agua insegura	54	3.7
7	Colesterol	40	2.8
8	Humo interior por combustibles sólidos	39	2.6
9	Deficiencia de hierro	35	2.4
10	Índice masa corporal elevado	33	2.3

Fuente: WHO. 2001 *World Health Report*. Webb Annex 22.

Con el objeto de referirse al impacto que causan los agentes tóxicos, es conveniente destacar la enorme yuxtaposición que existe entre los agentes tóxicos y lo que se maneja como factores ambientales en un contexto de salud. La definición médica estricta de causas ambientales de enfermedades equivaldría a todas las que no son genéticas. Podría argumentarse, sin embargo, que los factores genéticos son realmente también ambientales, pero sólo en una escala temporal diferente. Así, la mutación, la selección natural y otros mecanismos de la evolución han cambiado la composición genética de la humanidad de acuerdo con las condiciones ambientales existentes en el pasado. En este contexto —es decir, en el de que los genes actuales son vistos como el resultado de previos ambientes—, todas las enfermedades son enteramente ambientales (Smith, Corvalán y Kjellström, 1999).

Ninguna de estas definiciones (“las enfermedades son enteramente ambientales” o “todas las causas no genéticas son ambientales”) es suficientemente útil para la mayoría de los propósitos, y ambas se contraponen a la comprensión cotidiana y común de lo que constituye un factor ambiental; en particular, la dieta —incluidos el alcohol y el fumar— es factor de riesgo extrema-

damente significativo en una variedad de enfermedades importantes y, por lo tanto, en el estado de salud total en muchas partes del mundo; no obstante, su inclusión como factor de riesgo ambiental tendería a anular a otros más convencionalmente considerados factores ambientales. Todavía más: las intervenciones más efectivas para la mitigación tenderían a ser algo diferentes de los factores ambientales más convencionales, tales como la polución.

Algunos de los factores de riesgo social para la enfermedad incluyen al crimen, el estrés y la guerra, que se clasifican como ambientales. Además, los temblores y el clima inclemente, aunque claramente “ambientales” en algunos contextos, algunas veces no se consideran así porque su frecuencia y escala no son afectadas en general por las acciones humanas. Por lo tanto, algunas veces se piensa que la salud ambiental sólo se refiere a aquellos aspectos del ambiente que son afectados significativamente por las actividades humanas y no los debidos a la naturaleza directamente. Ciertamente, el término *natural* ha llegado a significar “limpio” y “seguro” para mucha gente, acepción que pudo desarrollarse en la historia reciente de los países ricos porque la mayoría de la humanidad

ha pasado la mayor parte de su historia protegiéndose a sí misma de condiciones naturales que estuvieron lejos de ser benignas (Smith y cols., 1999).

De esta manera, la distinción de lo ambiental podría comprenderse mejor si se considera primero que todo es ambiental, y después se va reduciendo sucesivamente lo que no lo es (lo genético, conductual, social, natural), para quedarse al final con los agentes físicos, químicos y biológicos.

Otra forma de definir el alcance de la salud ambiental es en términos de estresores mensurables que desde el ambiente exterior penetran al cuerpo para afectar la salud corporal. Las vías de entrada más comúnmente mencionadas son la ingestión, la inhalación y la absorción o penetración dérmica o placentaria. Claramente, los ojos y los oídos debieran agregarse a esta lista convencional. La luz ultravioleta, la luz láser y el ruido, por ejemplo, son estresores que pueden causar daño a la salud sin involucrar a los pulmones, al tracto gastrointestinal o la piel. Se alcanza el punto máximo de ambigüedad en cuanto que no son estresores tóxicos en el sentido químico o físico usual; más bien, es el contenido tóxico de la información la que llega a los órganos de los sentidos para causar daño a la salud en la forma, por ejemplo, de abuso verbal a los niños, racismo o violencia televisiva (Smith y cols., 1999).

Usando grupos de causas que tuvieran factores de riesgo comunes, síntomas similares y desenlaces parecidos, y además que generaran por lo menos el 1% de los DALY globales, Smith y cols. (1999) identificaron 22 causas principales que, juntas, explicaban el 72% de esos DALY, de las que podrían atribuirse del 25 al 33% de la carga global a factores ambientales.

ESTRATEGIAS DE COMBATE

En términos generales, las medidas que se pueden usar para la contaminación biológica son la vacunación, higiene y saneamiento; para la contaminación física, la eliminación de fuentes de origen y la implantación de medidas de protección pertinentes; y para la contaminación química, la eliminación, control o disminución de la producción y su uso, medidas de protección ambiental y humana y legislación (Albert, 1995).

La evaluación de la exposición humana es un elemento clave en la evaluación y manejo de los riesgos. Hay varios caminos para hacer evaluaciones cuantitativas de la exposición. Algunos, como el monitoreo personal de concentraciones en la zona en que respiran individuos seleccionados, pueden proveer información relativamente precisa sobre esos individuos, pero sólo estimaciones aproximadas para una población en riesgo.

Puede esperarse que las concentraciones de contaminantes en el ambiente varíen continua y considerablemente por muchas razones. Las tasas de emisión de contaminantes antropogénicos dependen del nivel de la actividad humana y del grado de esfuerzo realizado para limitar las descargas. La intensidad de la fuente de contaminantes naturales variará con el tiempo puesto que estos dependen de factores biológicos, geoquímicos y meteorológicos variables. La identificación y cuantificación de la contaminación del ambiente requiere de personal calificado para obtener las muestras y para realizar las mediciones, lo mismo que de un equipo generalmente costoso y recursos no siempre disponibles para un diagnóstico adecuado que permita la instrumentación de acciones específicas y su respectiva evaluación para determinar su efectividad (Lippmann, 2003).

Hay múltiples necesidades de datos sobre la evaluación y manejo de los riesgos. Tales datos se requieren 1) para establecer niveles basales de exposición de las poblaciones y para observar las tendencias en esos niveles como una medida del éxito o fracaso de los esfuerzos para manejar los riesgos (reglamentación); 2) para desarrollar funciones de vigilancia, es decir, para identificar grupos de alta exposición y alto riesgo en donde las intervenciones de salud pública pudieran ser apropiadas y efectivas antes de que ocurran efectos dañinos; 3) para investigar relaciones de exposición-respuesta para los peligros ambientales para la salud (investigación epidemiológica), y 4) para tomar decisiones reglamentarias mejor informadas para apoyar las evaluaciones de exposición, estimaciones de costos y otros aspectos de análisis regulatorio (Lippmann, 2003).

Para controlar la calidad del aire existen dos opciones: controles de ingeniería y controles regulatorios, y usualmente ambos son necesarios para

mejorarla o mantenerla. Los controles de ingeniería usan la tecnología para reducir la cantidad de polución creada o la cantidad de polución emitida al aire; el primer control puede obtenerse por el cambio de la forma en la que se utiliza la sustancia química, reduciendo su cantidad utilizada o usando una diferente que no cause polución; el segundo control de ingeniería requiere el uso de filtros, purificadores y otros métodos que ayudan a remover la polución de la emisión. El primero de estos tipos de control se encuentra representado por la disminución de plomo en las gasolinas, y el segundo por la instalación de filtros en los vehículos y el programa de verificación vehicular. El continuo monitoreo IMECA sólo se realiza en la Ciudad de México, y resulta claro que otras acciones necesarias no se llevan a cabo por falta de recursos. Desde el punto de vista de la población en general, la mejor contribución que se puede hacer a la mejora de la calidad del aire es apoyar activamente las leyes y reglamentos federales, estatales y locales correspondientes.

Para controlar la calidad del aire del interior de las casas o edificios, la remoción de la fuente de la contaminación debiera ser la primera elección; el cambio del sistema de ventilación y la introducción de filtros de aire son medidas adicionales que podrían tomarse para mejorar la calidad del aire interior.

Para garantizar que no haya contaminación de alimentos se requieren programas que contengan explícitamente un fundamento legal, dispongan de personal capacitado adecuadamente, desarrollen inspecciones bien fundamentadas, tengan una respuesta apropiada de atención a los problemas reportados, incluyan la educación a los consumidores, garanticen el cumplimiento de las indicaciones, sean reconocidos por la industria alimentaria y dispongan de recursos suficientes y de una evaluación satisfactoria.

Para proveer de abastecimientos de agua seguros, es necesario que las descargas de las aguas servidas se hagan lejos de los abastecimientos de agua, las obligaciones de los organismos operadores de los sistemas públicos de agua estén reguladas, el sector salud vigile la cloración y el monitoreo de enterobacterias (especialmente del cólera), el consumo humano de agua de pozos sólo

se autorice excepcionalmente y haya control de los abastecimientos de agua individuales, especialmente en las zonas rurales. El funcionamiento de plantas de tratamiento de agua es aplicable únicamente a las de agua embotellada industrializada, que deben tener licencia sanitaria y un monitoreo de calidad bacteriológica y de algunos aspectos químicos. El sistema de vigilancia epidemiológica sigue funcionando para el control de brotes epidémicos.

El manejo de las aguas servidas usualmente se enfoca al tratamiento y eliminación; sin embargo, la reducción del consumo de agua puede tener un mayor potencial administrativo. Casi toda el agua que se usa en los hogares, negocios e industrias es eliminada como agua servida, excepto una pequeña cantidad, que se evapora; por consiguiente, la reducción del uso del agua disminuye la generación de agua servida y, por lo tanto, debiera promoverse.

Entre lo que debiera considerarse para la disposición de desperdicios sólidos, se encuentra el manejo de los tiraderos de basura, que comprende el requerimiento del volumen; la búsqueda y selección de sitios; los aspectos legales; las opciones de recuperación de energía y materiales; el uso final del tiradero; el monitoreo de aguas subterráneas; un plan de manejo de gases; el recubrimiento final del tiradero; la obtención de permisos; su operación, eventual clausura y atención posterior; las indicaciones sobre cómo debieran preparar los residentes los desechos y los productos reciclables; el punto y frecuencias en donde pueden depositarse temporalmente aquéllos para su recolección; la selección de rutas adecuadas para el ahorro de combustible, y para evitar molestias a los residentes y a los conductores de vehículos con el proceso.

Habitualmente, se considera que los desechos peligrosos solamente son producidos por la industria, y se ignora el hecho de que también en el hogar se encuentra una variedad de sustancias peligrosas que caducan o se rompen y se vuelven inservibles, las cuales se desechan sin precaución. Entre ellos hay recipientes semivacíos de pintura, pesticidas, fertilizantes, cera de pisos, removedores de herrumbre, sustancias químicas automotrices, suministros para albercas o balnearios, limpiadores

y pulimentos generales, baterías, cartuchos de tinta para impresora, termómetros, tubos de luz fluorescente y otros artículos semejantes.

En el estado de Veracruz (México) se estableció y empezó a generar energía eléctrica la central nucleoelectrónica de Laguna Verde, y para responder a los riesgos de contaminación radioactiva se constituyó el Comité de Planeación de Emergencias Radiológicas Externas (COPERE), que debe ejecutar en caso necesario dos planes de emergencia: el llamado Plan de Emergencia Interno (PEI) y el Plan de Emergencia Radiológica Externa (PERE). El primero cubre las situaciones de emergencia cuyas consecuencias se circunscriban al interior de la central nuclear. El segundo prevé las emergencias fuera de los límites de la central nuclear. El COPERE quedó integrado por todas las instituciones que pudieran tener alguna ingerencia en el caso de una emergencia radiológica (Instituto de Salud Pública, 2000).

Para algunas enfermedades seleccionadas, se realiza el control de vectores usando diversos insecticidas permitidos, según la situación epidemiológica del área. También se llevan a cabo actividades de promoción del saneamiento y vigilancia entomológica, y existe un control de todas las empresas de fumigación en las áreas urbanas que deben funcionar con licencia.

EFFECTIVIDAD DE LAS INTERVENCIONES

Es muy difícil valorar la efectividad de ciertas acciones si no se cuenta con un buen diagnóstico que haga posible conocer la situación inicial, determinando con base en él el efecto producido por las intervenciones que se realizan.

La aparición de otros organismos encargados de la salud ambiental ha originado que el sector salud perdiera atribuciones y, con ello, algunas tareas que se hacían; ahora, cuando se hacen, tienen una cobertura reducida; sirva de ejemplo la autorización de planos para la construcción de nuevas viviendas o sus modificaciones presentados con el aval de un perito en construcción, que entre otras cosas debe satisfacer ciertos estándares de ventilación e iluminación. En relación con el aire exterior, la falta de equipo y personal calificado suficiente es un obstáculo para el funcionamiento de un buen programa; sin embargo, en

cuanto a diagnóstico y tratamiento de intoxicaciones por medicamentos, sustancias químicas y agentes biológicos, funciona en la entidad el Centro de Información Toxicológica de Veracruz (CITVER), que brinda información a los médicos y a la población general. También está funcionando un organismo interinstitucional denominado Comité Estatal de Seguridad para el Manejo y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CESPLAFEST), que coordina las acciones de vigilancia, control, atención a contingencias ambientales relacionadas, capacitación y divulgación.

Algo semejante a lo relacionado con la calidad del aire ocurre con respecto a la vigilancia de los alimentos que se expenden en negocios establecidos, pues ya no se les exige la licencia sanitaria y, con ella, el cumplimiento de ciertos requisitos de higiene mínimos. En relación con los expendios de alimentos callejeros, son las autoridades municipales las que deciden su permanencia, contando con la colaboración de los Servicios de Salud cuando se requiere.

Con la colaboración de los Servicios de Salud de Veracruz, la Comisión Nacional del Agua tiene en desarrollo un programa llamado "Agua limpia" para la cloración y monitoreo de enterobacterias, y es ésta la que se encarga de reglamentar y autorizar el funcionamiento de plantas de tratamiento de agua. En algunas ciudades se realizan monitoreos para determinar la calidad del agua, y cuando se cumplen todos los estándares se otorgan certificaciones de distribución de agua potable, como ha sido el caso de la ciudad de Veracruz.

La Comisión Nacional del Agua y una comisión que depende de la Secretaría de Desarrollo Regional son las entidades que tienen que ver con la disposición de aguas servidas, sin que los Servicios de Salud del estado tengan ingerencia alguna. Es de extrañar que no se promueva en forma permanente la reducción del consumo de agua, pues dicha reducción tendría influencia en la cantidad generada de aguas servidas. La Comisión Estatal del Agua se encarga de establecer las condiciones para el funcionamiento de plantas de tratamiento.

La Secretaría de Desarrollo Regional también se ocupa del establecimiento de rellenos sanitarios para desechos sólidos. No se ha comercializado de manera importante el reciclamiento de

papel, vidrio, plásticos y metales. En la determinación y disposición de los desechos peligrosos, es la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la encargada de autorizar a empresas particulares para que se deshagan de aquellos con la colaboración de los Servicios de Salud.

Hasta el momento, no se ha presentado una emergencia radiológica que hubiese demandado la operación del Programa de Emergencia Radiológica Externo (PERE), pero ya se ha señalado que “el plan tiene un alto contenido de persuasión. Está dirigido más a convencer que a informar. Pretende hacernos creer que la Central [de Laguna Verde] es segura y que un accidente tendría una probabilidad pequeña. No es realista en lo que respecta a la cobertura de un accidente nuclear” (Paya, 1994). Nadal y Miramontes (1989), por su parte, afirman que “tiene carencias y errores [...] en información a la población, en la logística de medidas de evacuación, en la distribución de medicamentos radioprotectores e infraestructura”.

Existe un control de vectores por parte de los Servicios de Salud, pero sólo de los de algunas enfermedades de importancia epidemiológica, y se vigila que se usen insecticidas permitidos exigiendo licencia para los fumigadores urbanos; es la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) la encargada de realizar estas últimas funciones en el área rural.

En la actualidad, los Servicios de Salud tienen un programa de prevención de accidentes que pudieran ser causados por sustancias tóxicas mediante la vigilancia de las industrias de alto riesgo en relación con la salud ambiental e higiene del trabajo. Cuentan con un programa para controlar la exposición a sustancias tóxicas de los empleados de la industria, y se verifican las condiciones de funcionamiento de los aparatos de rayos X de consultorios y hospitales, fundamentalmente en términos de los riesgos que implican para el personal que los opera.

CONCLUSIONES

Los procesos naturales han estado generando ruido, calor y contaminación química durante la mayor parte de la historia de la Tierra. La mayoría de los problemas actuales de contaminación química,

sin embargo, surgen de fuentes antropogénicas, es decir, aquéllas atribuibles directa o indirectamente a la actividad humana, por lo que su control cae dentro del campo de actividades del psicólogo de la salud.

Los agentes tóxicos están constituidos por las sustancias químicas, el ruido indeseable, la radiación ionizante, la luz ultravioleta, el agotamiento del ozono, el calentamiento de la atmósfera y los agentes biológicos que pueden constituir una amenaza para la salud humana como riesgos ocupacionales, polutos ambientales, contaminantes de alimentos y abastecimientos de agua y componentes de productos comerciales..

Los seres humanos están expuestos a una variedad de sustancias, sea como medicinas, sustancias químicas industriales o ambientales, o las que ocurren en forma natural. Todas las sustancias químicas tienen el potencial de causar efectos dañinos o tóxicos. Hay tres rutas principales de exposición: penetración por absorción dérmica, por inhalación y por ingestión. Cuando se agregan los contaminantes físicos y biológicos, adquieren importancia dos rutas más de exposición: los ojos y los oídos. Entre las principales enfermedades causadas por los agentes tóxicos sobresalen las siguientes: cáncer pulmonar, asbestosis, enfisema, bronquitis crónica, esteatosis, necrosis hepática, cirrosis, tumores en el hígado, nefrotoxicidad, neurotoxicidad, inmunosupresión, hipersensibilidad, autoinmunidad, problemas en la función sexual y en la fertilidad, la visión y audición y muchas más.

Como agentes tóxicos naturales se citaron las partículas suspendidas, los productos del metabolismo de las plantas y los animales, así como de la descomposición orgánica, la erosión, el fuego, la espuma del mar, la radioactividad natural, el vulcanismo y otros. Como agentes tóxicos antropogénicos, la combustión de productos fósiles para producción de energía y calentamiento de espacios, la transportación, las operaciones industriales, la agricultura, las actividades domésticas, los servicios municipales, la contaminación radiológica resultante de las reacciones de fisión nuclear y los contaminantes en el abasto de alimentos.

Para medir el impacto de los agentes tóxicos se han utilizado los años de vida saludable perdidos por muerte prematura y discapacidad. Usando éstos como indicadores de la importancia

mundial de los agentes tóxicos, el saneamiento y la higiene inadecuados y el agua insegura ocupan el sexto lugar, y el humo interior de los combustibles sólidos el octavo. Sin embargo, de acuerdo con algunos autores (Smith y cols., 1999), y considerando todas las denominaciones comunes de causas que son responsables de al menos el 1% de los DALY, se estima que a los factores ambientales se les pueden atribuir entre el 25% y el 33% de dichos DALY.

En términos generales, las medidas mencionadas arriba que se pueden usar para la contaminación biológica son la vacunación, la higiene y el saneamiento; para la contaminación física, la eliminación de las fuentes de origen y la implantación de medidas de protección pertinentes, y para la contaminación química, la eliminación, control o disminución de la producción y su uso, ciertas medidas de protección ambiental y humana y algunas medidas legislativas (Albert, 1995).

Particularmente en el caso de la contaminación por sustancias químicas, el equipo para monitorear la calidad del aire —cuando menos en las localidades urbanas más importantes— resulta muy costoso, pero éste sería indispensable para determinar la efectividad de acciones específicas. Se considera un logro importante el contar con el Centro de Información Toxicológica en el estado de Veracruz, pues el público y la profesión médica tienen adonde acudir para resolver una emergencia. Es de lamentar que algunas acciones que se realizaban regularmente en el pasado por los servicios de salud del país, como la expedición de la licencia sanitaria para la operación de los expendios de alimentos, la realización rutinaria y obligatoria de cursos para manejadores de alimentos, el programa para la sanidad de las viviendas y otras, ya no reciban la misma atención previa debido a una nueva asignación de atribuciones.

REFERENCIAS

- Aburto G., C. (1998). Los programas de intervención contra el tabaquismo. *Psicología y Salud*, 12, julio-diciembre: 103-114.
- Aburto G., C. (1999). Los programas de intervención contra la obesidad. *Psicología y Salud*, 14, julio-diciembre: 145-155.
- Aburto G., C. (2002). Los programas de intervención contra el alcoholismo. *Psicología y Salud*, 12(2): 189-202.
- Aburto G., C. (2003). Los programas de intervención contra los agentes microbianos. *Psicología y Salud*, 13(2): 257-268.
- Aburto G., C. y Gamundi P., G. (1996). El papel del comportamiento en las diez primeras causas de mortalidad en México. *La Ciencia y el Hombre*, 23, mayo-agosto.
- Albert, L.A. (1995). *Curso básico de toxicología ambiental*. México: Limusa.
- Baker, N.E. y Silverman, G.S. (2003). *The Local Board of Health. Environmental Health Primer*. Cincinnati, Oh: National Association of Local Boards of Health.
- Instituto de Salud Pública de la Universidad Veracruzana (2000). *Perfil epidemiológico de la zona de planeación de emergencia de la planta nucleoeléctrica de Laguna Verde*. Xalapa: Autor.
- Lippman, M., Cohen, B.S. y Schlesinger, R.B. (2003). *Environmental health science*. Boston: Oxford University Press.
- Murray, C.J.L. y López A., D. (1996). *The global burden of disease*. Harvard, MA: Harvard School of Public Health on Behalf of WHO/The World Bank.
- Nadal, J. y Miramontes, O. (1989). *El plan de emergencia de Laguna Verde. Dos estudios críticos*. México: El Colegio de México.
- Paya P., V.A. (1994). *Laguna Verde, la violencia de la modernización*. México: Porrúa.
- Smith, K.R., Corvalán, C.F. y Kjellström, T. (1999). How much global ill health is attributable to environmental factors? *Epidemiology*, 10(5).
- Williams, B.K. y Knight, S.M. (1994). *Healthy for life: Wellness and the art of living*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- World Health Organization. (2000). *Health and environment in sustainable development*. Geneva: Author.
- World Health Organization. (2001). *Hazardous chemicals in human and environmental health*. Geneva: Author.

