

## Medio ambiente, salud y regulación sanitaria

Héctor Brust Carmona

Centro de Desarrollo y Aplicaciones Tecnológicas (CEDAT), SSA



(Recibido, noviembre 11, 1994; aceptado, julio 25, 1995)

MEMBERIA DE INVESTIGACION  
DE JOSÉ JOAQUÍN IZQUIERDO  
FACULTAD DE MEDICINA  
W. M. A. M.

La Tierra es uno de los planetas más bellos del Sistema Solar, con sus nubes ricas en agua, sus océanos, mares, ríos y lagos, sus montañas, selvas, bosques, praderas y desiertos, pero sobre todo, porque encierra la vida, la cual adopta formas y colores diversos, desde las más pequeñas, bacterias y virus, peces y pájaros, hasta la imponente ballena azul.

Vida que crea ambientes (ECOLOGIA) en los que se disfruta el ir y venir de algunos seres vivos que se mueven entre otros que permanecen siempre en un sitio. Todo ello, además, acompañado de sonidos variados, interrumpidos por silencios que nos hacen pensar en el despertar diario de esa vida y en la búsqueda de comunicación entre los seres que pueblan el mundo<sup>1</sup>.

Sin embargo, las múltiples actividades que constituyen el quehacer humano han generado una gran variedad de materiales contaminantes que, al incidir sobre el medio ambiente, lo han modificado<sup>2,3</sup>. El hombre empezó a desarrollar instrumentos para la tecnología de cacería que le aseguraron su sobrevivencia, por ejemplo al poder cazar grandes animales a distancia, tecnología que fue evolucionando y mejorándose de manera que se hizo más eficiente; inclusive en ciertos períodos históricos estos instrumentos se han vuelto en contra de la propia humanidad.

También desde tiempos inmemoriales el hombre introdujo el *fuego*, como fuente de calor que le permitió sobrevivir los largos y fríos inviernos<sup>4</sup>. Aprendió a utilizarlo para cocinar sus alimentos, en sus utensilios de cerámica, que inventó. Sin embargo, el fuego trajo consigo la emisión de contaminantes del aire en forma de partículas suspendidas y de gases, los cuales aumentaron con el descubrimiento y uso de combustibles, como el carbón vegetal, el mineral, los derivados del petróleo y al aumentar las comunidades el uso del fuego aumentó considerablemente el número de chimeneas.

Por otro lado, los desechos de la caza, de la pesca, de los animales y las excretas humanas también contaminaron el ambiente. Afortunadamente el ecosistema era suficiente para diluir los gases contaminantes, difundiéndolos a otras partes inhabitadas del mundo, lo que actualmente ya no es suficiente, pues diversos trabajos han mostrado niveles de gases contaminantes en las estepas rusas, en Groenlandia, en los bosques de Canadá<sup>5</sup>.

La lluvia y las plantas daban cuenta de otra parte de los contaminantes del aire, lo que también fue insuficiente y hoy los contaminantes son tantos que se forman las lluvias ácidas; parte de estos ácidos son tomados por las plantas, otros llegan a los ríos, lagos y mares. Ríos que luego proporcionan agua a los animales y a las plantas. Así, las plantas no sólo reciben aire contaminado sino también agua contaminada lo que altera el funcionamiento de sus cloroplastos, su fuente de energía, dejan de funcionar y las plantas mueren, así los árboles de los grandes bosques están desapareciendo; las características de la tierra están cambiando también las épocas e intensidades de las lluvias. El ecosistema se altera por completo<sup>6,7</sup>.

Los microorganismos eran suficientes para degradar la mayor parte del material orgánico de las excretas. Sin embargo, éstas también han aumentado considerablemente pues incluyen las de los animales que, como aseguran la alimentación de personas, se crían cada vez en mayor cantidad, aunque en muchos lugares esto se hace en inadecuadas condiciones sanitarias lo que repercute en los humanos.

El ascenso del hombre hacia la Revolución Industrial, iniciada ya hace más de 200 años, provocó que la velocidad con la que se generan los contaminantes ambientales aumentara en forma considerable. También, algo más preocupante, es la introducción de centenares de materiales no degradables (por los organismos que descomponen la

materia orgánica), a la vez innumerables nuevas sustancias que antes no existían en la tierra, algunas de las cuales tienen reconocidos efectos lesivos en las plantas, en los animales y en el hombre. Al principio, algunas de estas sustancias, como los fertilizantes o los insecticidas, permitieron incrementar la producción de alimentos, pero, no se estableció un control adecuado y su uso se difundió indiscriminadamente. Este panorama de por sí complicado, todavía se hizo más difícil por el giro de los valores éticos de la humanidad como, la de promover la generación *de dinero como satisfactor fundamental*. todo se convirtió en: ¿cuánto tienes? ¿cuánto vales?.

Los instrumentos o aparatos que satisfacían una necesidad aumentaron considerablemente de costo de manera que no se pudieron utilizar ampliamente por grandes núcleos de la población, que inclusive en algunas condiciones mantienen utilizando técnicas completamente inadecuadas, como cocinar con leña, que destruye los bosques y pierde mucha energía calorífica. De tal manera que en 1986, en Science, se publicó lo siguiente:

"Los daños ecológicos no son debidos a la ignorancia y estupidez; los problemas derivan de la pobreza y la avaricia de los ricos<sup>8</sup>".

Los conceptos anteriores llevan a sustentar un nuevo criterio; es preciso incrementar la producción de alimentos, mejorar las condiciones de vida familiar, la comunitaria, y de los países, a través de la eficiencia de la producción de artículos de beneficio a toda la humanidad. Incrementar las tecnologías que permitan disminuir la emisión de contaminantes conservando sólo los indispensables para mantener el nivel de vida y desarrollo alcanzado por la humanidad, empezando por garantizar la SALUD PARA TODOS<sup>9</sup>.

Es más, este precepto originalmente propuesto exclusivamente para los seres humanos<sup>4</sup> debe extenderse a todos los seres vivos del planeta que un adecuado ecosistema permite vivir. Que no se extingan seres vivos de este planeta por culpa de los seres "pensantes y que razonan". Naturalmente en este concepto estamos excluyendo los seres vivos patógenos y parásitos dejando cuando mucho los simbióticos.

Recuérdese que la salud se define como el estado de equilibrio que permite el funcionamiento adecuado y completo desde el punto de vista biológico, psicológico y social de los seres vivos en su entorno o medio ambiente.

La persistencia de la salud o la ocurrencia de estados de enfermedad son consecuencia de las relaciones que los seres humanos establecemos con el medio ambiente físico, biológico y sociocultural. Ello precisa una orientación de la acción tanto en términos individuales como comunitarios con base en mantener un medio ambiente adecuado, estableciendo una relación inteligente, productiva y cuidadosa en su ecosistema, de tal manera que los elementos indispensables del medio ambiente mantengan un equilibrio positivo. Estas son las funciones de la Secretaría de Salud que, por un lado debe promover la salud, o en su caso, restablecerla a las personas y, por otro, establecer las condiciones sanitarias adecuadas y vigilar su mantenimiento con base en normas técnicas.

**El aire y el agua.** Son los elementos del medio ambiente que resultan indispensables para los seres humanos.

El aire es tan necesario para el hombre como el agua lo es para los peces; es su fuente de vida. El hombre puede sobrevivir días sin tomar agua, semanas sin alimentos, pero no puede pasar más de cinco minutos sin oxígeno.

Efectivamente, el aire es un elemento vital para el hombre; pero no obstante la evolución de nuestros conocimientos, aún no hemos tomado suficiente conciencia de su importancia. Mágicamente creemos que su provisión es infinita; que es estable que no se contamina o que se purifica por sí solo y que lo que llegue a existir en el aire no es lesivo para los seres vivos.

El aire o atmósfera que cubre la tierra además de proporcionar el oxígeno tiene otras funciones importantes, como filtrar los rayos solares, dispersar la luz, transmitir el sonido, absorber o irradiar energía calorífica y otras. De hecho, esta característica origina movimientos de las diferentes capas de aire, al aumentar su temperatura disminuye su densidad y se mueve hacia las partes frías o bien las partes frías del aire se "introducen" en el aire caliente, originándose corrientes de aire. Esta característica física es muy importante para entender los efectos de las llamadas inversiones térmicas.

El aire, al enfriarse en la noche, se hace más denso, atrapa los contaminantes y se acerca a la superficie de la Tierra, aumentando la concentración contaminantes. Al salir el sol y calentar las capas superiores del aire disminuyen su densidad, tienden a subir y con esto las capas inferiores se desplazan,

originando corrientes de aire que difunden los contaminantes. Pero, si por alguna razón, la energía calorífica de los rayos solares disminuye no se mueven las capas de aire, permaneciendo las capas frías con los contaminantes cerca de la tierra. Esto se complica aún más en las grandes ciudades, donde por las actividades humanas, como la circulación de automotores, se calientan las capas inferiores de aire permitiendo que las capas frías con sus contaminantes se difundan en éstas "aprisionando" más contaminantes en el aire que respiramos<sup>10</sup>.

Naturalmente, mientras más dure esta condición aumentará las probabilidades de provocar lesiones importantes a los seres vivos sometidos a este tipo de atmósfera, llegando inclusive a producir la muerte. Esperemos que nunca ocurra tal cosa en la Ciudad de México como ocurrió en Londres, Inglaterra, o en los Angeles, California, en cuyo caso sirvió para que de inmediato se establecieran programas contra la contaminación ambiental<sup>11</sup>.

En la Ciudad de México, la contaminación atmosférica es causada por los productos de combustión de fuentes fijas como son: las fábricas, centrales termoeléctricas, refinerías, en general toda industria que utilice energía para sus procesos y algunas más dependiendo de que insumos utilizan para producir sus productos. También por múltiples fuentes móviles, camiones, autobuses, automóviles. Todo esto existe en muchas comunidades de México.

Regresando a los problemas de la ciudad de México debemos mencionar otra fuente de contaminación que, por otras razones, se menciona muy poco, la contaminación emanada por los motores de los aviones. Se ha calculado que el despegue de un avión jet representa la producción de gases equivalente al funcionamiento de 11000 automóviles; el aeropuerto internacional con 600 despegues al día equivale a tener 6600000 automóviles circulando.

Sin duda alguna, otra importante fuente contaminante, en la Ciudad de México, y que cada día también aparece y aumenta en muchas otras ciudades del país, la constituyen los desechos orgánicos provenientes de los propios animales y de la "basura", algunos acompañados de microorganismos patógenos que serán transportados por el aire.

Recordemos las concentraciones permisibles de algunos contaminantes según la norma técnica.

En este cuadro no están incluidos los hidrocarburos, cuya importancia radica en la gran cantidad de fuentes y el volumen de sus emisiones a la atmósfera.

**Cuadro 1.** Concentraciones máximas permisibles de contaminantes en la atmósfera\*

Partículas suspendidas	275 mg/m <sup>3</sup>	en 24 hrs
Bióxido de azufre SO <sub>2</sub>	0.13 mg/m <sup>3</sup>	en 24 hrs
Monóxido de carbono CO	14.0 mg/m <sup>3</sup>	en 8 hrs
Bióxido de nitrógeno NO <sub>2</sub>	0.21 mg/m <sup>3</sup>	en 1 hr
Ozono O <sub>3</sub>	0.11 mg/m <sup>3</sup>	en 1 hr

\*De acuerdo a la Norma Técnica publicada en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1982.

Tampoco se hace mucho énfasis en los diferentes tipos de partículas suspendidas que, en ciertas épocas del año en la Ciudad de México (época de tolveneras), transportan microorganismos patógenos y algunos que no lo son "originalmente", pero al quedar en ciertas partes del cuerpo, por ejemplo en los oídos de niños, se vuelven cuerpos extraños que provocan reacciones locales con incremento de células, mayor líquido extracelular y se convierten en sitios de cultivo de bacterias o parásitos patógenos. Los focos infecciosos provocados por múltiples y diferentes microorganismos los hace difíciles de erradicar, debido a que un tipo de microorganismo es sensible a un determinado antibiótico pero otro no, por lo que la erradicación de uno disminuye para otros la competencia por los nutrientes.

**Cuadro No. 2.** Emisiones de hidrocarburos por fuentes móviles en 8 ciudades de la República Mexicana (TONS 10<sup>3</sup>)

Ciudad	1978	1979	1980*	1981*	1982*	1983*
Guadalajara	24	26	28	31	33	35
Monterrey	19	20	22	23	25	27
Ciudad Juárez	10	11	12	13	14	15
Tijuana	10	11	12	13	14	15
Mexicali	10	11	12	13	14	15
Puebla	15	16	16	18	19	21
Chihuahua	05	05	05	06	06	07
Torreón	06	06	07	07	08	09

\* Estimaciones

Fuente: Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, Diagnóstico, pronóstico de la contaminación atmosférica en la República Mexicana, México, 1979, Tablas 16-23

No se sabe mucho, y naturalmente no se cuantifican, sobre las múltiples y diferentes radiaciones, desde las solares, que parecen relacionarse con el incremento de alteraciones cutáneas, algunas de las cuales terminan en tumores cancerosos, hasta las electromagnéticas, las cuales empiezan a relacionarse con algunos tipos de alteraciones, principalmente en el funcionamiento del cerebro.

Otro contaminante resultante del uso inadecuado de diferentes tecnologías son las ondas sonoras que generalmente llamamos ruido, incluyendo algunos géneros musicales. El ruido que alcanza intensidades mayores de 120 dB produce alteraciones momentáneas del sistema de resonancia del oído medio y del oído interno que, si no se repite, en pocos minutos se restablece, pero si el ruido se repite el trastorno progresivamente va siendo más duradero. Esto explica porqué las personas que estudian o trabajan en ambientes ruidosos experimentan la disminución de su capacidad sensorial auditiva. Naturalmente, si la intensidad de la música o del ruido es mayor de 160 dB se dañan, irreversiblemente, pequeñas partes de las estructuras auditivas y las personas pierden capacidad auditiva en determinadas bandas o frecuencias sonoras. Recuérdese que la evolución normal de los seres humanos es hacia la disminución de sus capacidades sensoriales y motoras con la edad; es frecuente la disminución auditiva senil, pero los jóvenes de ahora con sus microdaños auditivos en las discotecas es probable que tengan una mayor disminución sensorial y cuando lo "noten" será irreversible.

Faltan normas técnicas que permitan regular las fuentes de ruido y, en muchos lugares en los que no es posible suprimirlos, que aseguren la protección de los individuos. En nuestro país, faltan los sistemas que permiten comprobar las intensidades de dichas emisiones y sistemas jurídicos que aseguren su cumplimiento.

Analicemos ahora el factor agua. La teoría más aceptada es que la primera célula se generó en el mar Cámbrico, cuando determinadas condiciones ambientales coincidieron y se formaron las cadenas de proteínas y de lípidos que constituyen la membrana celular, lo cual "secuestró" un poco de contenido de esa solución marina<sup>14</sup>. Desde entonces las células vivas tienen entre el 60 y el 75% de su masa en forma de agua<sup>15</sup>. Los seres humanos tienen tres compartimientos acuosos básicos: intracelular, intersticial y vascular, que se mantienen en un constante equilibrio dinámico debido a diferentes

mecanismos de regulación; de manera que el ingreso de agua, más la producida por la actividad metabólica celular es igual al egreso por diferentes vías<sup>16</sup>.

El rompimiento de este equilibrio dinámico, la homeóstasis, genera un riesgo directamente proporcional con la magnitud del cambio, llegando a niveles en el que la variación es prácticamente irreversible y sobreviene la muerte<sup>17</sup>. Naturalmente, esta alteración hídrica se correlaciona con alteraciones de los componentes que se encuentran disueltos, dispersos o en suspensión en el agua, considerada como el disolvente universal responsable de otras funciones básicas para la vida<sup>15</sup>.

Se ha estimado, por la Organización Mundial de la Salud<sup>13</sup>, que la ingestión mínima de agua para mantener la homeóstasis en seres humanos adultos es de 2.5 l/día, lo que la convierten en el ingrediente o insumo básico para la salud. Las acciones que se efectúen para suministrar agua potable mejoran integralmente la salud de la población, ya que actúa en personas de todos los niveles sociales en contraste con otros programas que sólo favorecen a determinados grupos de población.

Desafortunadamente, el agua también puede ser el transporte de microorganismos o de compuestos químicos, orgánicos e inorgánicos, que afectan la salud por lo cual es imprescindible proporcionar agua potable. Muchas veces consideramos que el agua "natural de un pozo" es mejor y más sana que el agua clorada de la llave (grifo). Esto sin duda era cierto hace muchos años, actualmente lo más probable es que dicha agua esté contaminada, así como si alguna vez se dijo "la ciudad de los palacios con el aire más transparente", ahora nadie lo acepta.

El agua de los riachuelos de alta montaña, clara y saltarina, del Pico de Orizaba, puede transmitir enfermedades. En el pasado esa agua era uno de los insumos principales para fabricar la cerveza. Actualmente, como se mencionó antes, el incremento de desechos orgánicos en la basura o de excretas humanas y animales, contaminan tanto la superficie del agua como sus profundidades. Es más, algunas enfermedades del ganado, como la brucelosis y la salmonelosis, se transmiten también al hombre; de hecho, éste es uno de los problemas de regulación sanitaria en el norte del estado de Veracruz, por mencionarlo como ejemplo, pero no por único.

El agua de manantiales de zonas calizas seguramente está contaminada, ya que esa tierra no sirve para filtrar

el agua y retener bacterias y virus. Además en ese tipo de terreno se encuentran cuevas o cavernas naturales o artificiales que resultan de las actividades mineras de los hombres y las cuales frecuentemente son utilizadas para deshacerse de animales que mueren por causas desconocidas (enfermedades no estudiadas por el personal local) y que seguramente van a contaminar el agua que circula por dichas cavernas.

Aunque el agua que se destina al consumo humano proceda de lugares donde cualquier tipo de contaminación es menos probable, como son los ríos de montaña, hay que analizarla y, en su caso, tratarla antes de proceder a su distribución. Se conoce perfectamente, desde finales del siglo pasado y principios de éste, que el agua superficial, de manantiales o de pozos, que es captada y distribuida por tuberías especiales si no recibe los tratamientos adecuados indicados por el estudio de los resultados de los análisis correspondientes, lleva compuestos químicos y microorganismos que son lesivos para la salud. De hecho, el agua puede ser el vector más adecuado para la propagación masiva de enfermedades que generan grandes epidemias. En nuestro país, las enfermedades infecciosas gastrointestinales con diarrea y vómitos siguen siendo uno de los problemas de salud pública más importantes en las áreas rurales y se encuentran entre las primeras diez causas de muerte de los niños menores de cinco años en México<sup>19</sup>. Estadísticas internacionales muestran que, en los países del tercer mundo, un niño de cada cuatro no llega a los 5 años de edad, fundamentalmente por los inadecuados sistemas de abastecimiento de agua y disposición de excretas. Para hacer más patente el significado de ese índice de mortalidad, veamos lo siguiente: en mayo de 1979 se estrelló un DC-10 al despegar en el aeropuerto de Chicago muriendo 275 personas. Por la importancia que se le dio al caso se mantuvieron todos los DC-10 del mundo sin volar, con un alto costo, hasta que se aclaró que no fue falla del diseño o construcción del avión. A la misma hora del accidente aéreo moría una cantidad 6 veces mayor de niños menores de 5 años por diarrea en países del tercer mundo. Imaginemos la publicidad resultante de que un DC-10 se estrellara cada 10 minutos causando 1650 muertes en una hora, equivalente a 39 600 muertes al día y 14 454 000 al año, éste es el número de niños que muere cada año a causa de diarrea y que, en la mayoría de los casos, son perfectamente evitables.

Los gobiernos tienen la obligación de instrumentar las condiciones que permitan efectuar los análisis físicos, químicos y microbiológicos de las fuentes de

agua en los lugares de captación (cisternas, aljibes, etcétera) de tal manera que los resultados de dichos análisis indiquen los tratamientos requeridos para mantener o convertir el agua en potable. Para esto se ha generado en el CEDAT un equipo especial que permite efectuar fácilmente tanto el control bacteriológico del agua como, en su caso, su desinfección por la dosificación de gases oxidantes, ozono y cloro, producidos localmente por electrólisis de solución acuosa de sal de cocina<sup>20</sup>.

El equipo para el control bacteriológico del agua consta de un sistema de filtración de muestras de agua a través de una membrana de celulosa. Esta membrana se coloca en una caja de Petri con medio de cultivo adecuado, la cual se coloca en una incubadora; a las 24 horas se realizó la observación y lectura de las colonias de bacterias que se desarrollaron. La Norma Técnica Nacional\* establece que el agua potable puede contener como máximo permisible 2 col/1 de coliformes totales y no debe tener coliformes fecales.

Por otro lado, la responsabilidad de los gobiernos de proporcionar agua potable a la comunidad tiene que ser complementada con la participación de la comunidad, de tal manera que ésta aprenda y se capacite en el manejo correcto del agua potable. Es muy frecuente que el municipio entregue agua potable y se contamine, debido a que se almacena en tanques abiertos al aire libre, cisternas que nunca se lavan o se distribuya a través de tuberías interiores con fugas, que resultan ser una vía de entrada de bacterias y no sólo la pérdida del preciado líquido.

La población tiene que participar en el desarrollo e implantación de las condiciones higiénicas que disminuyan las fuentes de contaminación, como por ejemplo, a nivel comunitario: establecer centros de captación y tratamiento de desechos, ya no se debe únicamente enterrar la basura en cualquier lugar. Actualmente es indispensable aprender a separar los diferentes tipos de desechos y someterlos a diversos tratamientos. En las casas deben tenerse reservorios de agua potable adecuados, y en su caso separarlos de las letrinas o de la tubería del drenaje. Es más, en algunos países empieza a valorarse la conveniencia de siempre "instalar drenajes", desarrollo tecnológico que, en su época, solucionó muchos problemas aunque no necesariamente sigue siendo el adecuado, ya que muchos de ellos descargan en ríos, lagunas y en el mar cerca de las costas que se utilizan como zonas de esparcimiento o de pesca de diferentes productos<sup>21,22</sup>.

\*Diario Oficial de la Federación, 18 de enero de 1988

Otro gran problema para establecer las condiciones de regulación sanitaria del agua lo representan las actividades y productos de fábricas. La industria plantea, por un lado, su absoluta necesidad para el crecimiento, desarrollo y bienestar de la población y, por el otro, el desarrollo de las tecnologías apropiadas para disminuir considerablemente los contaminantes que por medio del agua residual contaminan los mantos freáticos. En este punto queremos insistir en que la propuesta de solución para el Distrito Federal, situado en una olla, de "sacar la industria del D.F." no fue más que echar la basura debajo del tapete, o en el patio trasero. La solución no es que las industrias se vayan a diseminar sus contaminantes a otras partes, la solución radica en que, basándose en estudios de costo-beneficio y en tiempos adecuados, se logre que disminuir o suprimir la emisión de contaminantes, se cambien o se adapten las tecnologías<sup>23</sup>. Por ejemplo, analicemos qué ha pasado con el uso de gases refrigerantes. Es indudable que la aparición de los refrigeradores ayudó a la evolución de las sociedades, aumentando su seguridad en la conservación de los alimentos y en la conservación de productos biológicos, como vacunas, sueros, etcétera. Sin embargo, se ha encontrado que la difusión al ambiente de esos gases está lesionando la capa de ozono que cubre la estratósfera terrestre, la cual disminuye las radiaciones solares UV. Es tiempo de que se cambien esos gases por otros más inocuos y que los productores de los sustitutos los pongan en el mercado a costos accesibles para que se puedan seguir adquiriendo refrigeradores. Claro en nuestro medio esto tiene que ir acompañado de un cambio cultural ya que estadísticas de la SSA han mostrado que es más frecuente encontrar televisores que refrigeradores en las casas de muchas de las comunidades urbanas y rurales<sup>24</sup>.

Las normas técnicas deben desarrollarse y aplicarse en armonía con la evolución económica-cultural de la población. La comunidad misma debe ir definiendo y encontrando las técnicas y procedimientos que aseguren su salud y su desarrollo económico, no existir haber uno sin lo otro. Por ejemplo, hace años se combatió la fiebre aftosa del ganado vacuno únicamente con el rifle sanitario, los resultados fueron desastrosos para la economía de muchas comunidades, cuando ya podía haberse usado la vacunación que se empleaba en otros países.

En la mayoría de las ciudades de la República Mexicana y algunas comunidades rurales concentradas se hace la desinfección del agua para uso y consumo de seres humanos mediante la adición de cloro, ya sea

con gas cloro o con hipoclorito de sodio, no obstante las críticas en contra de este procedimiento que resolvió, en su oportunidad, los problemas sanitarios básicos en otros países al final del siglo pasado y a principios del actual<sup>25</sup>.

La Norma Técnica Nacional específica que el agua potable debe tener de 0.5 a 1.5 mg/l de cloro residual. La ejecución de esta determinación es muy simple, basta con tomar en un tubo de ensaye de 3-5 ml de agua y ponerle tres gotas de ortotolidina, mezclar y "leer" el color que se desarrolla, a simple vista: si tiene un color amarillo se puede considerar que tiene entre 0.5-1.0 mg/l. Si se quiere ser más preciso se utiliza un comparador, una tablilla especial que tiene los diferentes colores que se generan de acuerdo con las concentraciones de cloro residual. En una comunidad se puede establecer que cinco familias, cada una en uno de los cuatro polos cardinales y la otra en el centro de la comunidad determinen la concentración de cloro residual, que la señora antes de empezar a preparar el desayuno, tome 3-5 ml de agua de la llave del fregadero y mida el cloro residual; si no hay, de inmediato poner a hervir el agua que se utilizará para preparar los alimentos o las aguas frescas y enseguida, con el grupo de vecinos, avisarle al presidente municipal y a la Jurisdicción Sanitaria correspondiente.

Lo indicado en el caso de no detectar cloro residual en la muestra de agua es que el personal de la Jurisdicción Sanitaria efectúe "una siembra" del contenido de bacterias de una muestra de esa agua, utilizando el equipo de control bacteriológico CEDAT, mencionado antes.

Con los resultados obtenidos se debe indicar la aplicación de un sistema de desinfección que complemente el tratamiento municipal. El equipo para cloración que se ha diseñado y se produce en el CEDAT, está constituido por una fuente de poder, una celda electrolítica de doble compartimiento, en la cual por medio de electrólisis de cloruro de sodio en agua se generan cloro y ozono, los cuales se añaden al agua por medio de un tubo tipo Venturi; en el cual, el paso del agua genera un vacío que se utiliza para succionar los gases oxidantes de la celda MOGGOD-CEDAT.

Actualmente se ha integrado este sistema de desinfección a tanques de floculación, sedimentación y filtración en diferentes medios, creándose una planta potabilizadora de agua que montada en una camioneta de 1.5 toneladas puede desplazarse a diferentes partes o comunidades, en casos de emergencias o desastres.

Para estos casos además cuenta con una planta de combustión interna que genera corriente eléctrica.

Estas tecnologías de la Secretaría de Salud al difundirse y aplicarse en muchas comunidades mejorarán la salud de los mexicanos.

## Referencias

1. Scientific American. Número especial sobre el medio ambiente 12 artículos sobre el tema 261:1989.
2. Stanley DJ, Warne AG. Nile delta: recent geological evolution and human impact. *Science* 1993;260:628-34.
3. Pimon SL, Sugden AM. Tropical diversity and global change. *Science* 1994;263:933-4.
4. Beaune SA, White R. Ice age lamps. *Scientific American* 1993;266:74-9.
5. Parrish DD, Holloway JS, Trainer M, Murphy PC, Forbes GL, Fehsenfeld FC. Export of Northamerican ozone pollution to the Northatlantic ocean. *Science* 1993;259:1436-8.
6. Repetto R. Deforestation in the tropics. *Scientific American* 1990;262:18-25.
7. Aldhous P. Tropical deforestation: not just a problem in Amazonia. *Science* 1993;259:1390.
8. Robinson M. *Science* 1986;234:149-50.
9. OPS/OMS Salud para todos. Informe de la Conferencia Internacional OMS/UNICEF sobre atención primaria de la salud, Alma Ata, URSS, Sept. OMS Ginebra 1978;.
10. Arctic ozone: AASE II Observations (volumen especial dedicado al tema) *Science* 1993;261:133-26.
11. Lents JM, Kelly W. Clearing the air in los Angeles. *Scientific American* 1993;266:74-9.
12. Bleviss DL, Walzer P. Energy for motor vehicles. *Scientific American* 1990;263:59-61.
13. McJunkin EF. Agua y salud humana. OPS/OMS Editorial Limusa 1986.
14. Oparín A. El origen de la vida. Editorial Epoca, SA México 13 D.F.
15. Ondarza RN. Introducción a la biología moderna. Fondo de Cultura Económica 2a. Ed México 1970;342.
16. Brust Carmona H. Evaluación del equipo integral para análisis y tratamiento del agua para consumo humano. *Bol Invest Desarrollo TecnoL Salud Méx* 1988;2:43-51.
17. Sodeman WA, Sodeman TM. Fisiopatología clínica. Interamericana México 6a. Ed 1988;481.
18. OPS/OMS Guías para la calidad del agua potable. Publicación Científica No. 481, 1985.
19. SSA. Anuario Estadístico 1989. Dirección General de Servicios Técnicos y Proyectos Especiales SSA Septiembre 1990.
20. SSA-CEDAT, Manual del equipo integral del agua, 1990.
21. Davis Ged R. Energy for planet earth. *Scientific American* 1990;263:20-7.
22. Amulya KN. Reddy, Goldemberg J. Energy for developing world *Scientific American* 1990;263:62-73.
23. Weinberg CJ, Williams RH. Energy from the sun. *Scientific American* 1990;263:98-107.
24. Sistema Nacional de Encuestas de Salud. Encuesta Nacional de Salud. Dirección General de Epidemiología 1988.
25. Amato I. The crusade against chlorine. *Science* 1993;261:152-4.

La participación entusiasta de la comunidad en todas las actividades de promoción de la salud y de las acciones de regulación sanitaria que aseguren el desarrollo armónico de todos los integrantes de la sociedad seguramente llevará a alcanzar la meta: SALUD PARA TODOS EN EL AÑO 2000.