

amada esposa Teresa, han ocupado, sin embargo, su alma, sobre todo desde que en 1903 falleció tan idolatrada compañera, á cuya memoria se ha dedicado con extraordinarias, infinitas manifestaciones de todas clases.

Sin duda en su memoria y honor pasaba todos los años largas temporadas en la ciudad de Ávila, en que había nacido, cuna también de la inspirada santa de su nombre; allí, en honor á las dos, construyó su magnífica *Granja de Santa Teresa*, de cuya hermosura y esplendidez hicieron grandes elogios los habitantes en general, la Prensa local y los extraños; regaló á la Cofradía de la Transverberación del Corazón de Santa Teresa de Jesús una preciosa *efigie de la santa*, á la que varias personalidades notables y entendidas dedicaron artículos y composiciones encomiásticas á la vez que á la generosidad del donante; favoreció especialmente á las Sociedades obreras católicas é hizo, en fin, tanto por la ciudad en todos conceptos, que el excelentísimo Ayuntamiento, exteriorizando los sentimientos y cariño de la población por el entusiasmo y desinterés con que venía dedicándose á la prosperidad moral y material de la población, lo consignó todo de manera muy expresiva en un acta, de que una Comisión presidida por el señor Alcalde le entregó honrosísimo mensaje el 20 de Agosto de 1908.

Años después, en 1912, con el mismo entusiasmo, y considerándose el Excmo. Ayuntamiento con mayores deberes de gratitud, acordó declararle hijo adoptivo, entregándole luego el correspondiente diploma ó título hermoso y artístico en la forma, como honrosísimo en el contexto.

Y todavía en el año 1913, en que la muerte había de poner fin á su constante y buena labor, imprimió un libro de 500 páginas en 8.º, con el título de *Recuerdos: ideas, pensamientos, proyectos y realidades*, conteniendo infinidad de asuntos, cuyos innumerables epígrafes podrían dar aproximada idea de su valor moral é intelectual.

En tal año, y cuando tenía en preparación, entre otros trabajos, *Las obras públicas en España y sus Ingenieros en el siglo XIX*, terminó su honrosa y útil existencia en Ávila, ciudad de sus amores y preferencias, con la tranquilidad del justo, del bueno, de quien había procurado siempre el bien y había hecho mucho.

Tal era el Ingeniero Arquitecto y el hombre á cuya amistad y méritos, no bien conocidos, quiero rendir con este artículo el debido homenaje de su agradecido amigo y compañero

FÉLIX MARTÍNEZ,
Inspector general jubilado.

Cartagena, Octubre 1916.

EL AGUA POTABLE

(CONTINUACIÓN) (1)

El Reglamento provisional de Sanidad exterior de 1909 marca también reglas higiénicas respecto al agua de bebida en los barcos.

Por el art. 119 se exige á los barcos de transporte, para gran número de pasajeros, llevar un aparato de destila-

ción capaz de producir, por lo menos, 5 litros diarios por individuo.

En el art. 77 dice:

«Los médicos de la Marina civil deben vigilar especialmente la calidad del agua potable y la forma y cantidad de su destilación, que deberá ser, por lo menos, de 5 litros por persona al día. Cuando el agua ofrezca sospecha de contaminación, dispondrá que sea hervida ú obtenida por destilación hasta la llegada al punto donde deba renovarse.»

Esto, con ser un gran paso dado en la higienización del agua potable, no es suficiente, y á mi juicio debieran exigirse á dichas Compañías de navegación y á los armadores en general la obligación de proporcionar á las dotaciones y pasaje un agua con garantías de pureza permanente, bien por medio de la destilación ó esterilización á bordo, bien por la instalación en los principales puertos de estaciones esterilizadoras de agua, con aljibes flotantes, perfecta y razonablemente acondicionados con bombas y mangas en buen estado de conservación y limpieza.

Los buques de nuestra Marina militar están provistos de aparatos destiladores, sobre todo los acorazados y cruceros de primera y de segunda; pero prácticamente sólo se usa el agua destilada en tiempo de epidemias, porque en general se bebe el agua de manantial embarcada en los apostaderos, en los aljibes de á bordo sin precauciones de esterilización. En algunos buques hay instalados filtros, sobre todo en los pequeños y de corta duración, pero no como medida general.

Desgraciadamente, las aguas que se beben en los arsenales de los apostaderos y que se suministran á los buques de nuestra Armada sin ser completamente malas, á juzgar por los análisis que tengo á la vista, de los cuales alguno he practicado, dejan mucho que desear.

De todo esto se deduce, sin insistir más en el asunto, la necesidad de practicar la esterilización del agua de bebida para hacerla higiénicamente potable y de unificar los métodos de depuración orgánica usados á bordo, sin perjuicio de mejorar todo lo posible las aguas usadas en los arsenales y establecimientos marítimo-militares.

No desconocemos en modo alguno las laudables iniciativas y repetidas tentativas de la Superioridad para dar una solución definitiva á este asunto, ni tampoco dejamos de apreciar el apostolado continuo ejercido por los Oficiales-Médicos embarcados; pero tanto en unas como otras esferas, se lucha siempre con la escasez económica, enemigo constante de la higiene moderna.

Métodos de depuración de las aguas.—La corrección de las aguas de bebida puede ser de tres órdenes:

- 1.º Corrección de la composición orgánica y del estado bacteriológico (depuración propiamente dicha).
- 2.º Corrección de sus propiedades físicas y organolépticas; y

- 3.º Corrección de su composición mineral.

El primer problema, ó sea el de la purificación propiamente dicha, es el que interesa principalmente al higienista; los otros dos tienen un interés muy secundario.

Todos los procedimientos de purificación de las aguas tienden á producir tres efectos:

- 1.º Disminuir la materia orgánica.

- 2.º Suprimir las bacterias (esterilización).

- 3.º Destruir las toxinas que estas bacterias han dejado á su paso por el agua. Los métodos conocidos hasta el

(1) Véase el número 2.141.

día, y que estudiaremos sucesivamente, consiguen ó tratan de conseguir en mayor ó menor escala cada uno de estos efectos, de los cuales el más importante es la esterilización.

Los procedimientos de purificación ó esterilización del agua podemos dividirlos en tres clases:

Procedimientos químicos.

Procedimientos físicos.

Procedimientos mixtos.

Los primeros son los que tratan de conseguir dicho fin por la adición de sustancias químicas. Entre los segundos estudiaremos los mecánicos como la filtración, la esterilización por el calor, la destilación y la esterilización por los rayos ultravioletados.

Y como procedimiento mixto ó físico-químico la ozonización, aunque bien mirado es un procedimiento químico en su esencia, por más que la obtención del ozono se consiga por un medio físico (electricidad).

Para juzgar la eficacia de los métodos de depuración de las aguas destinadas á la bebida estimamos que deben exigirse las siguientes condiciones de garantía:

Desde el punto de vista bacteriológico:

A) El agua depurada debe estar de una manera continua y permanente exenta de gérmenes patógenos, especialmente de *B* tífico y paratífico, *B* tuberculoso, *V* colorigeno, *B* piocianico, estafilococo blanco y dorado, estreptococo y *B* disenterico.

El agua esterilizada no deberá contener colibacilos ni bacterias pútridas fecaloides; las investigaciones deberán ser efectuadas sobre 100 centímetros cúbicos de agua extraída ó recogida á la salida del aparato.

B) A la salida del mismo el agua depurada no deberá conservar bacterias y cuando más algunas unidades de gérmenes de especies banales particularmente resistentes (especies esporuladas, géneros *subtilis*, *mesentericus*, levaduras hongos) por centímetro cúbico. Las numeraciones y especificaciones generales serán efectuadas sobre siembras de un centímetro cúbico de agua, cuando menos, y no se deberá emplear diluciones para las numeraciones de gérmenes en el agua purificada.

Desde el punto de vista micrográfico:

C) El agua esterilizada deberá estar exenta de organismos vivos, de huevos, larvas y embriones de parásitos animales.

Desde el punto de vista físico, químico y organoléptico:

D) El agua será siempre limpia.

E) No deberá encerrar ninguna sustancia extraña á la composición del agua que sea susceptible en cualquier grado.

De presentar inconvenientes su empleo para la salud pública. De impedir los usos alimenticios culinarios, domésticos ó industriales. De atacar ó deteriorar las canalizaciones, los contadores ó los depósitos de una manera más marcada que el agua no depurada sería susceptible de hacerlo.

F) Las propiedades organolépticas del agua como color, transparencia, gusto, olor, no deberán ser sino mejoradas.

Nosotros juzgamos que la calidad de las aguas esterilizadas reposa sobre el examen de los resultados suministrados por las investigaciones científicas propias á cada una de estas condiciones.

En el siguiente capítulo estudiaremos separadamente

cada uno de los procedimientos anteriormente señalados, examinando si dejan de cumplir algunas de las condiciones de garantía que acabamos de indicar, marcando después de describir cada procedimiento: sus ventajas é inconvenientes para hacer después un resumen comparativo.

VI

Esterilización del agua.—Esterilización por agentes químicos.—Procedimientos físicos: filtración; esterilización por el calor á presión; destilación; ultravioletización.—Procedimientos físico-químicos; ozonización.

Esterilización por agentes químicos.—Muchos son los productos químicos que se han aplicado á la purificación y esterilización de las aguas de bebida. La destrucción de las bacterias no es difícil de obtener por estos procedimientos, pero diremos *a priori* que tienen en general un grave inconveniente, digan lo que quieran sus respectivos autores y defensores, cual es el de alterar la composición química del agua, dejando pequeñísimas cantidades de compuestos químicos extraños á la misma que á la larga pueden ejercer una acción nociva para la salud.

No obstante, se asegura por algunos higienistas que ciertos procedimientos son totalmente inofensivos, y recientemente, con motivo de la actual guerra europea, se han rehabilitado bastante y son empleados algunos de ellos para la esterilización de las aguas bebidas por las tropas, cuando no se puede emplear otro mejor, por tener la inmensa ventaja de la facilidad de su empleo.

Entre los compuestos químicos empleados hace ya tiempo, tenemos el *cloruro de calcio*, indicado para este objeto por Traube, fundado en el desprendimiento de cloro. La neutralización del exceso de este gas se hace por medio del *bisulfito de sosa*. Bassenge ha comprobado que la esterilización del agua, frente á las bacterias patógenas, se verifica en diez minutos, con una dosis de cloruro de calcio correspondiente á 0,1 gramo de cloro por litro de agua. Según Lode, la esterilización es completa con 8 miligramos en media hora.

Se han propuesto el *bromo* y el *yodo*. El primero agregando por litro de agua dos décimas de centímetro cúbico de una solución hecha con 20 gramos de bromo, 20 de bromuro potásico y 100 de agua, añadiendo, al cabo de cinco minutos, otras dos décimas de centímetro cúbico por litro de una solución de amoníaco al 9 por 100. Se considera inofensiva la pequeña cantidad de bromato y de bromuro de amonio formados. Parece ser que este procedimiento ha sido empleado en campaña por las tropas italianas.

En cuanto al yodo, sus propiedades antisépticas han sido conocidas desde 1873 por Davaine y Koch (1881).—Un agua muy infectada tratada por 1/10.000 de yodo después de un cuarto de hora queda completamente desprovista de gérmenes patógenos.

Para privar al agua del exceso de yodo que la comunica mal gusto, se emplea el hiposulfito de sosa que transforma al yodo en yoduro de sodio y en tetrathionato de sodio, quedando próximamente un centigramo de estos cuerpos por litro en el agua tratada.

Permanganato potásico.—Ha sido propuesto por Sehnpilof para la esterilización de las aguas en 1892. Girard y Bordás han ideado reemplazar el permanganato de potasa por el permanganato de cal, con lo que se evita la absorción de sales de potasa, que por pequeña que sea, puede

producir trastornos. En cambio, el pequeño aumento de sales de cal que se agregan al agua, en nada afecta á la bondad de la misma. Se añade una cantidad de permanganato suficiente para dar al agua un tinte rojo manifiesto.

Cinco minutos de contacto bastan para dejar el agua esterilizada. Para eliminar el exceso de permanganato, se hace pasar el agua así tratada por un filtro de bióxido de manganeso en forma de *block*. La coloración roja del agua es un dato precioso para saber cuándo está en condiciones de ser usada para bebida. Debe hacerse pasar varias veces por el filtro manganoso hasta que quede completamente incolora.

En el filtro Lapeyrere se emplea una mezcla llamada *permanganato alúmino-calcáreo*, compuesta de permanganato potásico, 3 gramos; aluminio de sosa seco, 10 gramos; carbonato de sosa seco, 9 gramos; cal de mármol, 3 gramos; 25 gramos de la mezcla es suficiente para esterilizar 100 litros de agua. Sin embargo, la dosis depende de la cantidad de sustancias orgánicas. Para destruir después el permanganato se hace pasar el agua por un filtro de fibra de turba impregnada de óxido pardo de manganeso.

Este procedimiento de purificación ha sido empleado algunas veces por las tropas coloniales francesas, aunque ignoro con qué resultados.

Compuestos oxigenados del cloro.—*Peróxido de cloro.*—Este agente oxidante tan enérgico ha sido aplicado á la esterilización de las aguas por Enrique y Alberto Bergé de Bruselas.

El peróxido de cloro, descubierto por Dary, se produce mediante la reacción del ácido sulfúrico sobre el clorato potásico. Cuando se emplea el ácido sulfúrico muy concentrado, la *reacción es muy viva y no sin peligro*. Bergé aconseja emplear el ácido un poco diluido á 58° Baumé (1,67 densidad) empleado después de enfriamiento. Con este ácido el desprendimiento del gas se hace lenta y regularmente.

La obtención y experiencia en el Laboratorio la hemos hecho siguiendo las indicaciones de Bonjean y Ogier, vertiendo poco á poco en un frasco de dos tubuluras unos 25 centímetros cúbicos de ácido sulfúrico diluido sobre 10 gramos de clorato potásico. Una tubulura comunicando con un frasco lavador y éste con otro, y la segunda tubulura con una pera de caucho para insuflar aire. Cuando comienza la reacción, se dirige una corriente de aire que arrastra al gas peróxido de cloro, el cual pasa á los frascos lavadores y se disuelve en el agua, comunicándola un color ligeramente amarillo. Esta solución acuosa de peróxido de cloro es la que se mezcla en proporciones variables con el agua de bebida.

La cantidad de esta solución necesaria para la esterilización varía según la cantidad de bacterias y de materia orgánica, pues una buena parte del peróxido de cloro se gasta en oxidar esta última.

La solución saturada tiene un color amarillo fuerte y el agua agregada de esta solución debe tener un color amarillo pálido que luego desaparece completamente.

El aparato de producción industrial ha sido ideado por Howatson. En éste, la distribución del clorato en el ácido sulfúrico se hace de una manera lenta y regular, y una corriente de aire, arrojada por una pequeña bomba que funciona automáticamente, arrastra el gas á un saturador, al cual llega el agua de una manera regular, mezclándose con él y formándose allí el líquido esterilizante. Después,

mediante un grifo mezclador, se trata el agua de bebida con la solución esterilizante en las proporciones necesarias, según la calidad del agua.

Acción química y poder bactericida.—El peróxido de cloro oxida enérgicamente la materia orgánica de agua, de donde la disminución de ésta, según la cantidad de reactivo empleado. Con las dosis corrientes se disminuye en una mitad. Comunica un color amarillento al agua que desaparece rápidamente por la exposición á la luz; también la comunica un olor y sabor especiales. El peróxido de cloro desaparece espontáneamente en el agua por formación de cloruros á expensas de los carbonatos, de donde la disminución de éstos y el aumento en cambio de los cloruros. La desaparición del mismo varía, según la luz y la temperatura. *No debe darse el agua al consumo antes de la desaparición del peróxido de cloro, porque puede causar serios trastornos.*

Tampoco puede hacerse circular por cañería de plomo un agua tratada por él, porque disolvería cantidades notables de este metal, nocivas para la salud. Su desaparición del agua se prueba por medio de un reactivo compuesto de yoduro potásico y almidón, que da color azul en presencia de pequeñas cantidades de gas disuelto en el agua.

El poder bactericida de este agente es notable, como hemos podido comprobar personalmente por la obtención en el Laboratorio, quedando el agua completamente esterilizada.

En las experiencias practicadas en París con el agua de Wanne, regularmente pura, han bastado 0,0008 gramos para quedar completamente estéril. Con agua muy impura del Sena ha sido preciso emplear 0,0025 gramos y 0,003 gramos por litro de agua.

El colibacilo y el bacilo tífico son destruídos á gran concentración por medio de las antedichas dosis. Las bacterias esporuladas, como el *B. subtilis* y el *B. megaterium*, han resistido á la acción del peróxido de cloro.

Procedimiento Dimitri.—Tiene el mismo principio, únicamente que la reacción se verifica mediante el ácido clorhídrico, actuando sobre los cloratos alcalinos. En los ensayos verificados en Bilbao han dado buen resultado, según afirma su autor.

NICOLÁS GÓMEZ TORNELL,
Médico Mayor.

(Continuará.)

Ilmo. Sr. D. José Villanova.

Con profundo dolor acabamos de recibir la noticia, al cerrar este número, de la muerte del distinguido Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos D. José Villanova, que tan dignamente desempeñaba el cargo de Presidente del Consejo de Obras públicas.

Interpretando el sentimiento de los compañeros, expresamos nuestra pena por el fallecimiento de nuestro querido Jefe y enviamos á su distinguida familia siucero pésame.