

## CAPITULO XIII.

## FENÓMENOS QUÍMICOS DE LA PUTREFACCION DE LAS AGUAS.

I.—Procedimientos empleados para la determinacion de las materias orgánicas de las aguas.—II. Nuevo procedimiento para apreciar las cantidades proporcionales de materias orgánicas en las aguas usuales.—III. Resultados de la descomposicion de las materias orgánicas.—IV. Los grandes focos de putrefaccion influyen desfavorablemente en la salubridad de las aguas potables.

I. Los procedimientos empleados en la Química para determinar la cantidad de materia orgánica en las aguas potables, son considerados hasta hoy como defectuosos é incompletos, y lo podemos asegurar tambien, porque los hemos ensayado sin resultados satisfactorios, y nos habriamos conformado con alguno que pudiera siquiera mostrarnos las cantidades relativas y *comparables* de las materias orgánicas para estimar la influencia que pudieran tener en la salubridad.

Se ha propuesto evaporar una gran cantidad de agua, desecar el residuo y calcinarlo para tener por diferencia el peso de la materia orgánica; pero notamos desde luego que parte de la materia orgánica se encuentra en las primeras porciones de la destilacion: ésto sólo podria aplicarse á las aguas tan cargadas de sustancias orgánicas que bastaria su coloracion amarillenta para apreciarlas á la simple vista. Otro medio aconseja uno de los mejores autores de Hidrología, y consiste en poner las aguas en botellas á medio llenar, tapándolas bien y observándolas despues de 30 dias de someterlas á una temperatura constante de



20° c.: el mal olor que se percibe despues de este tiempo indica la presencia de las materias orgánicas.

La congelacion de las aguas para concentrar la materia orgánica, separando el hielo cristalizado, necesita largas operaciones de laboratorio, por cuyo motivo nos habiamos propuesto encontrar un medio sencillo, barato y de prontos resultados.

Empleamos el permanganato de potasa, como se prescribe en las obras de Química, y tambien como se ha empleado en investigaciones higiénicas en México, y los resultados fueron completamente erróneos, para poder formar una escala comparativa de las principales aguas que hay en la capital, segun sus materias orgánicas, á la manera con que habiamos formado la de los grados hidrotimétricos.

II. Llegamos por fin á conseguirlo por medio de una solucion débil de permanganato de potasa puro, un centígramo de esta sal para 100 gramos de agua destilada, rectificada y hervida, para despojarla de los gases y principalmente del oxígeno disuelto que descompone el permanganato. Esta solucion se conserva por lo ménos 24 horas sin descomposicion y con un color violeta donde se pueden apreciar con facilidad las variaciones de tintes, incoloros, amarillos y violetas que producen en el reactivo las sustancias orgánicas segun las proporciones decrecientes que contienen las aguas.

Partimos de dos puntos absolutos de comparacion; pusimos en 20 centímetros cúbicos ó en 20 gramos de agua destilada y hervida 10 centímetros cúbicos del reactivo de permanganato, y á las 24 horas se conservaba sin alteracion el tinte violeta de la mezcla; tomamos por otro lado 20 centímetros cúbicos del agua más infecta de un pozo profundo; le agregamos los mismos 10 centímetros cúbicos de reactivo, á la misma hora, y observamos los resultados á las 24 horas.

El agua destilada *pura* conservaba su color violeta uniforme y sin precipitado en el fondo de la probeta de experiencia, el agua infecta perdió completamente su color, y reducida á agua comun, teniendo la probeta en el fondo un precipitado color café, de óxido de manganeso.

Si el mismo experimento se repite en varias, se advierte la escala de coloraciones, desde la trasparencia incolora, los tintes amarillos muy claros, en seguida los naranjados, despues los tintes rosados gradual-

mente hasta el violeta de las aguas puras, que carecen de materias orgánicas. Debemos advertir que en estas investigaciones hemos cuidado que el agua destilada que sirve de término de comparacion y para la preparacion del reactivo, no tenga gases y que fuese destilada por segunda vez, con las condiciones necesarias para obtenerla químicamente pura; que para nada interviene el calor, ni el uso de los filtros de papel que nos habian dado resultados completamente erróneos.

En conclusion: con el reactivo que hemos preparado se obtienen: 1º, dos puntos extremos de comparacion, el agua completamente pura, que conserva á las 24 horas su coloracion violeta, el agua infecta que pierde su color en el mismo tiempo; 2º, un medio seguro para formar una escala de la cantidad creciente de los materiales orgánicos, y por consecuencia, para apreciar la influencia relativa en la salubridad de sus usos.

III. Se sabe que la putrefaccion de las atargeas, la descomposicion de los albañales sin fácil corriente, que las aguas estancadas en el interior y las exteriores de la capital, y tambien las aguas destinadas á los usos domésticos, que se *corrompen*, producen emanaciones que todo el mundo dice que son perjudiciales á la salubridad. Procuraremos abordar la cuestion sin juzgar por simple analogía ó por suposiciones, apoyándonos en nuestras propias y prácticas observaciones. Es decir, que buscaremos la influencia que la putrefaccion de las aguas tenga con el uso de las potables, en el sentido de averiguar la relacion de un hecho con otro, sin que por ésto creamos encontrar las causas de los fenómenos.

Pero ántes de pasar adelante, examinaremos brevemente estos puntos: ¿qué es la putrefaccion? ¿cuáles son sus fenómenos prominentes? ¿qué relacion pueden tener con la salubridad de las aguas potables?

Definiremos la putrefaccion, la *mineralizacion de los materiales orgánicos por medio de los fermentos*.

La descomposicion pútrida animal y vegetal, es debida á complicadas y múltiples fermentaciones, unas veces producidas por criptógamas, otras por infusorios, cuyos gérmenes trasporta el aire, y encuentran en los organismos muertos fértil terreno para multiplicarse á millones; despues estos gérmenes se embarcan en los átomos del aire, en las moléculas del vapor del agua ó en los polvos atmosféricos y van á formar parte de las corrientes de los vientos. Estos hechos, ya bien conocidos



de la ciencia, han sido rectificadas por nosotros con motivo de estudiar la conservacion de frutos y bebidas alterables y que no tienen lugar en este escrito.<sup>1</sup> No nos detendremos en los fenómenos íntimos de la putrefaccion y de las fermentaciones que la forman; Pasteur no ha concluido el edificio todavía, pero sí nos fijaremos en los resultados más prominentes y visibles de esas acciones vitales ó químicas en sus relaciones con los usos de las aguas.

Tres elementos requieren principalmente la putrefaccion y las demas fermentaciones que se le asocian: materia orgánica, agua y aire ú oxígeno, con sus gérmenes respectivos: dos productos capitales vemos como resultado, el ácido carbónico y el amoniaco. La putrefaccion es una respiracion que consume oxígeno y desprende ácido carbónico y amoniaco.

Hemos visto que las aguas que contienen grandes cantidades de materias orgánicas, como las aguas de las acequias, las de los pozos poco profundos y las potables de los acueductos, consumen oxígeno, sea del que tienen disuelto, sea del aire atmosférico, y en cambio le dan á la atmósfera ácido carbónico, gas impropio para la respiracion y amoniaco á los líquidos que se ponen en condiciones de descomposicion pútrida. Las aguas estancadas del interior y los alrededores de la capital, las de los pozos poco profundos, contienen amoniaco originado de sus fermentaciones pútridas, y lo hemos encontrado por medio de los sensibles reactivos de Nessler y Bohling.<sup>2</sup>

Hemos buscado, sin hallarlo, el ácido sulfídrico que se asegura existe en las aguas corrompidas, aun en el lago de Texcoco y el de Chalco, en la de las acequias y otras aguas en que era de suponer su presencia, y solamente hemos visto en esas grandes fermentaciones, carburos hidrogenados con el olor repugnante de los amoniacos compuestos, el nitrógeno y el ácido carbónico. Más todavía: las aguas del canal de la Viga, cuyo aspecto repugnante conoce todo el mundo, no tienen amoniaco en cantidad sensible ántes de entrar á la ciudad, y en seguida lo adquieren desde que este canal atraviesa á México por su parte oriental hasta su derrame en el lago de Texcoco.

<sup>1</sup> Las fermentaciones Schützenberger.—Paris, 1879. pág. 178.

<sup>2</sup> Manual practico de ensayos é investigaciones químicas, por P. A. Bolley y Dr. E. Kopp.—Cuarta edicion.—Paris.—1877.

La presencia del amoniaco en las aguas nos ha servido para formar una especie de topografía de los grandes focos de putrefaccion de las aguas de la capital y para apreciar la extension de las superficies insalubres que la perjudican.

Hay además un hecho irrecusable: el agua al evaporarse se carga de pequeñísimas cantidades de sales minerales, pero arrastra consigo abundantes materias orgánicas, como se puede ver por la experiencia directa y en las aguas de lluvia con el reactivo que hemos preparado con el permanganato de potasa. ¿Cuáles son estas materias y qué relacion tienen colectiva y separadamente en las causas de las enfermedades? Son puntos que solamente resolverá la ciencia despues de muchos años de constantes investigaciones. Vemos con mucha frecuencia en la capital que la gente del pueblo se desnuda en las acequias de los barrios de la ciudad para lavar su ropa, y que despues de secada á medias se la pone al cuerpo que ha estado bajo una fuerte insolacion; á poco tiempo, sea por la respiracion de las emanaciones de esas aguas, ó de la aplicacion de la ropa húmeda sobre una superficie absorbente, esa misma gente dice que levantó de allí el tifo exantemático de nuestra capital.

La ciencia hasta ahora sólo puede señalar la relacion ó influencia de los hechos, pero no ha averiguado las causas; en las materias orgánicas de las aguas y de la atmósfera están los gérmenes de muchas enfermedades, y su insalubridad está en razon directa de la cantidad de materias orgánicas que contienen.

IV. Los acueductos están descubiertos, las fuentes monumentales de la época colonial que están sirviendo todavía de modelo para la construccion de las nuevas, son grandes depósitos circulares que tienen hasta veinte metros de diámetro; estas grandes superficies recogen las materias orgánicas que se desprenden de los focos de putrefaccion del interior de la capital y tambien deben recoger las emanaciones del lago de Texcoco, cuyo olor es algunas veces insoportable para los habitantes de la ciudad.

Las aguas de los pozos poco profundos tienen mayor grado hidrotimétrico que los manantiales de agua gorda, y mayor cantidad de materias orgánicas de todas las que se destinan á algun uso doméstico. Basta excavar dos metros en el terreno, y algunas veces á ménos profundidad,



para tener aguas de pozo en la capital. La fácil infiltracion de los albañales y de las atargeas en un terreno húmedo en alto grado y poco coherente, hace de estos pozos centros de alta putrefaccion, y en sus aguas se puede algunas veces (como lo hemos hecho) dosificar la urea y precipitar la albumina por el ácido tánico. Pasan allí, en consecuencia, muchos materiales de las deyecciones humanas en donde siempre hemos encontrado el amoniaco en solucion.

Estas aguas se usan para el riego de las calles dos veces al dia, para el lavado de la ropa entre la gente pobre y la limpieza de los suelos, ensolados de madera y las cocinas; para los animales domésticos en cuyo empleo se observan diarreas coleriformes como en las gallinas, y tal vez sea la causa del tifo de los grandes cuadrúpedos.

En conclusion: podemos señalar como una influencia perjudicial á las aguas potables y de uso doméstico las materias orgánicas que en ellas entran en putrefaccion.



Lám. 6ª

# ESCALA DE LAS MATERIAS ORGÁNICAS DE LAS AGUAS.

Explicacion.

Agua sin materias orgánicas.

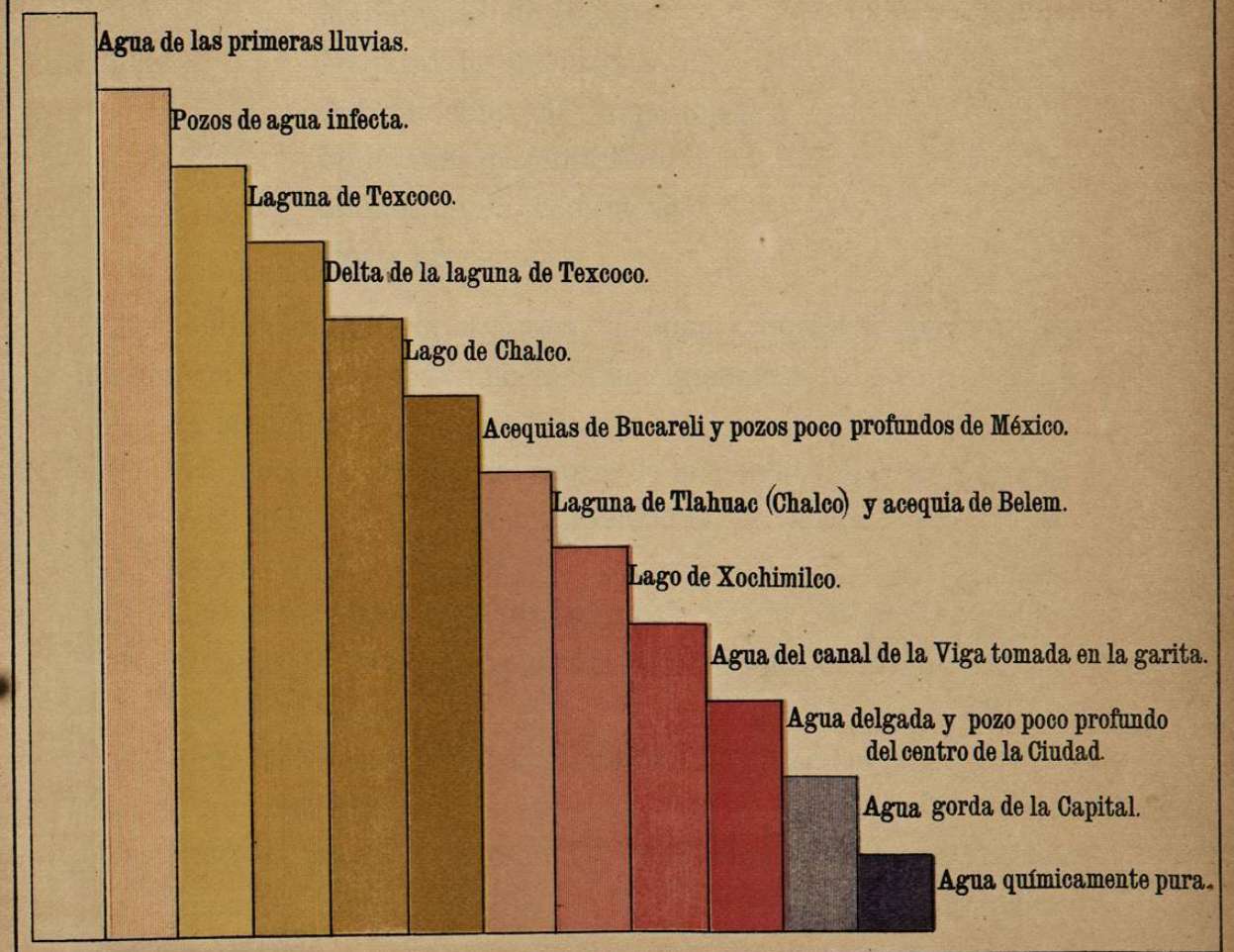


orgánicas.

Agua infecta, máximun de materias orgánicas.



de materias orgánicas.





## ESCALA

DE LAS MATERIAS ORGANICAS DE ALGUNAS AGUAS DEL VALLE DE MEXICO.

1º Aguas puras que no contienen materias orgánicas oxidables comparadas con el agua químicamente pura:

Vertiente de Santa Fé, agua delgada.  
Manantial de Tlalpam.  
Manantiales de Tepepa.  
Manantiales australes de Xochimilco.  
Manantiales de Chalco.  
Manantiales de Tlapacoya.  
Alberca chica de Chapultepec.  
Manantial de Motlatica.  
Manantial de Acuecuexco.  
Pozos artesianos.

2º Contienen materia orgánica en orden progresivo creciente, comparado con las aguas más infectas, las siguientes:

- 1 Agua gorda.
- 2 Pozos poco profundos del centro de la ciudad y el *agua delgada*.
- 3 Agua del canal de la Viga, tomada en la Garita.
- 4 Laguna de Xochimilco.
- 5 Laguna de Tlahuac y agua infecta de Belem (México).
- 6 Acequia de Bucareli y pozos poco profundos de la capital.
- 7 Lago de Chalco.
- 8 Agua de la entrada del canal de San Lázaro en el lago de Texcoco.
- 9 Laguna de Texcoco.
- 10 Pozos de las casas de vecindad en México, en alta putrefacción.
- 11 Agua de lluvia, recogida en el Observatorio Meteorológico de México.