

Los manantiales de Xochimilco están formados de agua tan limpia que no necesitará de filtración en ningún tiempo, siempre que sea conducida desde los depósitos *cubiertos* hasta la ciudad, en cañerías de fierro inoxidable, ó vidriadas, completamente cerradas, para evitar en su curso el contacto del aire.



## CAPITULO XVI.

### ESTUDIO MICROSCOPICO DE LAS AGUAS POTABLES.

I.—De qué modo puede utilizarse el estudio microscópico de las aguas potables.—II. Consecuencias prácticas que deben inferirse del análisis microscópico.—III. Últimos estudios sobre el análisis micrográfico.

I. Nuestra propia observación parece habernos demostrado que en las aguas *puras* que están en contacto con el aire, después de cierto tiempo, se encuentran infusorios systolides, y es bien sabido que en las aguas en putrefacción ó descomposición se hallan también además de los primeros, los agentes de las fermentaciones; los bibriones y otros infusorios y las pequeñísimas plantas microscópicas, agentes de esa *mineralización* de las sustancias vegetales y animales.

Hemos visto el agua de los pequeños manantiales y de los pozos artesianos, en que es posible recogerla pura, sin *estancamiento* de ningún género, y no hemos hallado *infusorios* ni plantas microscópicas.

Los trabajos del ilustre Pasteur demuestran de un modo *evidente* que los gérmenes de los infusorios son transportados por medio del aire, y que no puede haber fermentaciones sin los agentes animales ó vegetales de una organización particular; por otra parte, los fenómenos de la descomposición pútrida pueden verificarse bajo la influencia del *Monas crepusculum* y del *Bacterium termo*, sin necesidad del oxígeno del aire.

No hemos hallado utilidad en examinar todos los infusorios systoli-



des que se encuentran en los depósitos de los manantiales de las aguas potables; pero nos ha parecido de suma importancia observar la *permanencia* de los infusorios que se encuentran constantemente en las aguas en putrefacción.

Los infusorios *inocentes* de las aguas puras se hallan también en las más pantanosas ó infectas de las acequias de la capital, mientras que solamente en casos de alteración de las potables se pueden observar los que *generalmente* existen en las aguas en putrefacción.

Diremos cómo hemos procedido en nuestras investigaciones. Hemos tomado agua de las cañerías de la capital, tanto de las delgadas de los Leones y Villa de Guadalupe, como de la gorda de Chapultepec, y la dejamos *asentar* en grandes probetas limpias y tapadas durante 24 horas, y al día siguiente hemos sometido la parte asentada á la observación microscópica.

Se han encontrado en las aguas potables las siguientes materias extrañas: filamentos de lino y de algodón bien caracterizados, arenas cuarzosas y de carbonato de cal, efervescentes con los ácidos; glóbulos esferoidales de arcilla que no se disuelven en el ácido clorídrico; *masas globulosas, de color ocoso de materias fecales!!!*

No hemos encontrado huevos de entozoarios: hay constantemente *Bacteriums* que nos parece que se deben referir al *Bacterium termo* y *B. catenula*, de Dujardin.<sup>1</sup>

No queríamos creer á nuestros propios ojos; pero más tarde nos hemos convencido de que la mezcla de las aguas infectas de las atargeas con las aguas potables de las cañerías, es además de constante muy fácil de explicarse.

El agua carece de un depósito que pueda asegurar por su altura conveniente una presión hidráulica capaz de evitar que los líquidos que se ponen en contacto con las cañerías rotas ó mal tapadas, puedan cambiarse recíprocamente; es decir, que el agua potable se cambie con los líquidos infectos de las atargeas. Hemos visto muchas veces que un trozo de piel ó hilo de *mecate*, es el medio que se emplea en vez de soldadura, para tapar las reventazones de las cañerías de plomo.

<sup>1</sup> Historia de los zoofitos infusorios, por M. Félix Dujardin—1841—pág. 215.

Los hechos que tiene la ciencia sobre la influencia que ejercen las deyecciones humanas cuando llegan á mezclarse con las aguas potables, explican fácilmente los terribles peligros á que están expuestos los habitantes de la capital de México. En nuestro concepto, esos mismos hechos aclaran perfectamente las grandes cifras de la mortalidad de la ciudad, debida á las afecciones gastro-intestinales, así como ha explicado la propagación del cólera asiático, de la disenteria y de las fiebres intermitentes en los lugares en que se ha hecho uso de las aguas potables que han estado en contacto con filtraciones de deyecciones humanas ó que han recibido las emanaciones pantanosas.

Nosotros conocemos un hecho digno de referirse. La ciudad de Pachuca recibía aguas potables de dos diferentes manantiales, ambos de muy buenas aguas *delgadas*. Un acueducto se repartía á la mitad occidental, el otro á la oriental de la ciudad. En la primera se desarrolló inesperadamente una epidemia de disenteria, mientras en la otra mitad de la ciudad no se observaban casos semejantes de la misma enfermedad.

La autoridad municipal pidió nuestra opinión sobre las causas de la enfermedad y manifestamos que en nuestro concepto la disenteria era debida á alguna infección de las aguas. El Presidente municipal, señor Lic. Francisco Hernandez, nos pidió que lo acompañásemos á visitar el acueducto en todo su trayecto, hasta las vertientes. Al llegar á este lugar, encontramos los restos de un caballo en putrefacción, reducido casi á esqueleto; los líquidos de su descomposición habían sido arrastrados por las lluvias al interior de la cañería cubierta de los Leones que se distribuye en la ciudad y en donde se había desarrollado la disenteria. Es inútil decir que después de la limpia cuidadosa de aquel lugar, desaparecieron los accidentes mencionados.

II. El análisis microscópico puede dar conclusiones importantes para la salubridad y de mucho valor para investigar las causas probables del desarrollo de las enfermedades.

Si en las aguas potables se encuentran los infusorios y plantas microscópicas de las aguas en putrefacción ó fermentación, se puede asegurar con grandes probabilidades que el agua no tiene las condiciones necesarias de salubridad. Pero si en ellas se encuentran materias fecales cuya presencia puede afirmarse por la observación microscópica,



puede decirse con *certidumbre* que las aguas son altamente peligrosas para emplearse en los usos domésticos.

Las aguas de los pozos poco profundos contienen, por lo general disuelta la materia orgánica que les da un color amarillo, pero también contienen materias organizadas, multitud de infusorios y plantas microscópicas; algas, fermentos é infusorios systolides que se hallan también en las aguas puras *estancadas ó depositadas*, que tienen contacto con el aire atmosférico.

Por los informes oficiales que ha tenido la bondad de poner á nuestra disposición el señor Gobernador del Distrito, se ve que la ciudad de México carece de un laboratorio en que se puedan hacer análisis químicos y microscópicos, ó siquiera hidrotimétricos; que por consecuencia no pueden saber la autoridad municipal ni el Gobierno del Distrito, si las aguas que en la ciudad se emplean para los usos domésticos, son verdaderamente potables ó tienen elementos que perjudiquen á la salubridad pública.

### III. ANÁLISIS MICROGRÁFICO DE LAS AGUAS.

Creemos de suma importancia agregar los últimos procedimientos sobre análisis micrográfico de las aguas, publicado en el número 553, de la *Nature* de 5 de Enero de 1884, por las aplicaciones que pueden tener á nuestra Hidrología:

“Cada período de la historia de las ciencias es señalado por una predilección especial para ciertos estudios. Hoy los físicos están entregados á la electricidad, los naturalistas á los infinitamente pequeños; además de los sabios de profesión, el público se interesa en estas investigaciones admirado de la gran revolución que han producido á un tiempo en la Industria, en la Agricultura, en la Medicina y en la Higiene. ¡Quién no desea penetrar por medio del microscopio en ese mundo invisible de los organismos rudimentarios, cuya fisiología ha descubierto el genio de Pasteur!

“En todas partes se habla de fermentos, de microbios, de enfermedades virulentas, de epidemias debidas á gérmenes que viven en cantidades, algunas veces innumerables, en el aire ó en el agua, queriéndose saber cómo se propagan estos pequeñísimos animales y cómo sería posible conocerlos para preservarse de ellos. Se cree generalmente que se

puede formar juicio muy pronto de la pureza de una agua examinándola al microscopio: esto es un grave error. Un litro de agua muy diáfana en que la observación microscópica es impotente para descubrir seres vivos, puede contener, al lado de inocentes infusorios, los *esporos* adormecidos de *bacterias* que pueden diezmar una gran ciudad.

“Es, pues, importante dar á conocer los métodos que puedan servir para descubrir estos infinitamente pequeños, aun en los líquidos en que son poco numerosos, en el agua de que se hace uso para la alimentación.

“M. Adrian Certes, micrógrafo de talento, acaba de publicar un *Análisis micrográfico de las aguas*—Bernard Tignol, 1883—lleno de hechos interesantes. Es el trabajo más completo que se ha publicado sobre la materia. El autor describe allí los diferentes procedimientos que permiten descubrir, clasificar, coleccionar y casi hacer la docimasia de los organismos microscópicos. Con este fin ha fundado un método cuya excelencia ha sido reconocida por varios experimentadores, en particular por el señor profesor Maggi.

“En las aguas puras, escribía ya en 1880, más todavía, en los líquidos del organismo, la caza del microbio depende del azar. La paciencia y habilidad manual son impotentes. Felizmente ciertos reactivos químicos, especialmente el *ácido ósmico*, matan los organismos sin deformarlos. Una vez muertos, caen y se depositan en el fondo del recipiente en abundancia, si se ha tenido el cuidado de operar en masas suficientes de líquido.

“Una experiencia sencilla permite apreciar la sensibilidad de este procedimiento.

“Se ponen en un tubo de ensaye 30 centímetros cúbicos de agua destilada; en un segundo tubo 30 centímetros cúbicos de esta misma agua después de haberla agitado con una varilla de vidrio cuya extremidad ha sido mojada en una agua cargada de infusorios. Se pone en los dos líquidos la misma cantidad de ácido ósmico.

“En el primer tubo el exámen microscópico no descubre elementos figurados; en el segundo, se encuentran intactos los organismos transportados por la pequeña cantidad de líquido que ha mojado la varilla de vidrio. Esta experiencia es concluyente; demuestra á la vez la sensibi-



lidad del procedimiento y la principal dificultad que encuentra el observador que quiera llegar á resultados de una exactitud absoluta. Es preciso, en efecto, como operacion prévia de todo análisis, lavar con ácido y con agua hirviente los vasos, los porta-objetos, etc., de que uno se sirve, si se quieren tener en el depósito en observacion, solamente los organismos existentes en el líquido tratado por el *ácido ósmico*.

“Con el objeto de facilitar el trabajo á los que quieran comprobar mis experiencias, indicaré sucintamente los procedimientos técnicos en que me he fijado despues de numerosos ensayos.

“Tanto para las aguas dulces como para las salinas, hago uso de una solucion de *ácido ósmico*, de 1 por 100. En mis experiencias, ménos de 1 centímetro cúbico de esta solucion, basta para 30 centímetros cúbicos ó 40 de agua. A esta dosis, todos los organismos microscópicos, animales y vegetales, mueren rápidamente y se depositan con sus formas. Al cabo de algunos minutos, y á fin de atenuar la accion del *ácido ósmico*, que á la larga ennegrece mucho los tejidos, se añade otro tanto de agua destilada, como lo permitan las dimensiones de la probeta de que se hace uso.

“En ciertas aguas muy ricas en organismos, el exámen microscópico del depósito puede hacerse al cabo de algunas horas; para las aguas muy puras es preciso aguardar veinticuatro y tambien cuarenta y ocho horas. En todos casos, el líquido debe ser decantado con precaucion despues de un prolongado reposo, de modo que no se conserve del depósito más que uno ó dos centímetros cúbicos de líquido; entónces la operacion está concluida.

“Además del ácido ósmico, M. Certes expone tambien en su Memoria la accion que ejercen sobre el *protoplasma*, los diversos reactivos usados para endurecer, matar ó colorar al estado vivo.

“Uno de los mejores procedimientos de coagulacion es el que el autor ha fundado en el empleo del calor. Desde 1878, los Sres. Pasteur, Joubert y Chamberland anunciaron á la Academia de Medicina que una temperatura de 100° á 110°, mata el vibrion séptico “sin alterar en nada absolutamente ni la forma ni el volúmen.” En multitud de *Schizophtos* é *Infusorios*, M. Certes ha hecho observaciones análogas. Dice:

“Es muy interesante seguir al microscopio, por medio de la platina

calentada, la accion del calor sobre los infinitamente pequeños. A un período de vitalidad y de agitacion siempre creciente, suceden casi sin transicion la inmovilidad y la muerte cuando se pasa de 40°. Algunas veces sobreviven ciertos individuos, pero pertenecen á especies bien determinadas que gozan el privilegio de resistir á temperaturas mucho más elevadas.

“Se sabe que los movimientos de las celdillas linfáticas y de las *pestañas* vibrátiles de las celdillas epiteliales de los animales superiores, se detienen para no volver hácia los 42°. Es igualmente á esta temperatura que perecen los *amibas*, los *rhizopodos* y los *infusorios ciliados*. Los animalillos cuya organizacion es más complicada, los crustáceos, los anélides, mueren más pronto. No hay excepciones más que para los *rotíferos* y ciertas especies de *anguílulas* en quienes se conoce desde hace largo tiempo la resistencia excepcional á la accion del calor cuando préviamente han sido sometidos á una lenta desecacion. He observado, además, que aun en el medio líquido en que viven normalmente estos diversos organismos, la coagulacion de su protoplasma necesita una temperatura de cerca de 55°. Cuando no se llega á esta temperatura los tejidos de los infusorios se desagregan, se producen expansiones sarcódicas y su forma es más ó ménos alterada.

“Un gran número de bastoncillos y de filamentos bacteridianos se mueven todavía á 60° y tambien á 65°. Contra lo que se podria prever, se encuentran infusorios flagelados que les sobreviven.

“En resúmen, tales son los principales efectos del calor sobre la vitalidad de los organismos microscópicos. Con la platina caliente se puede seguir y detener la accion en un momento dado, momento que varía segun los organismos que se quieren fijar y conservar: de este modo se han obtenido preparaciones persistentes de infusorios ciliados tales como los *Oxytriches* y *Enchelyodons* que viven los unos en el agua dulce, los otros en el agua de mar y que se alteran muy fácilmente. Es preciso, para el análisis micrográfico de las aguas, formular reglas generales.

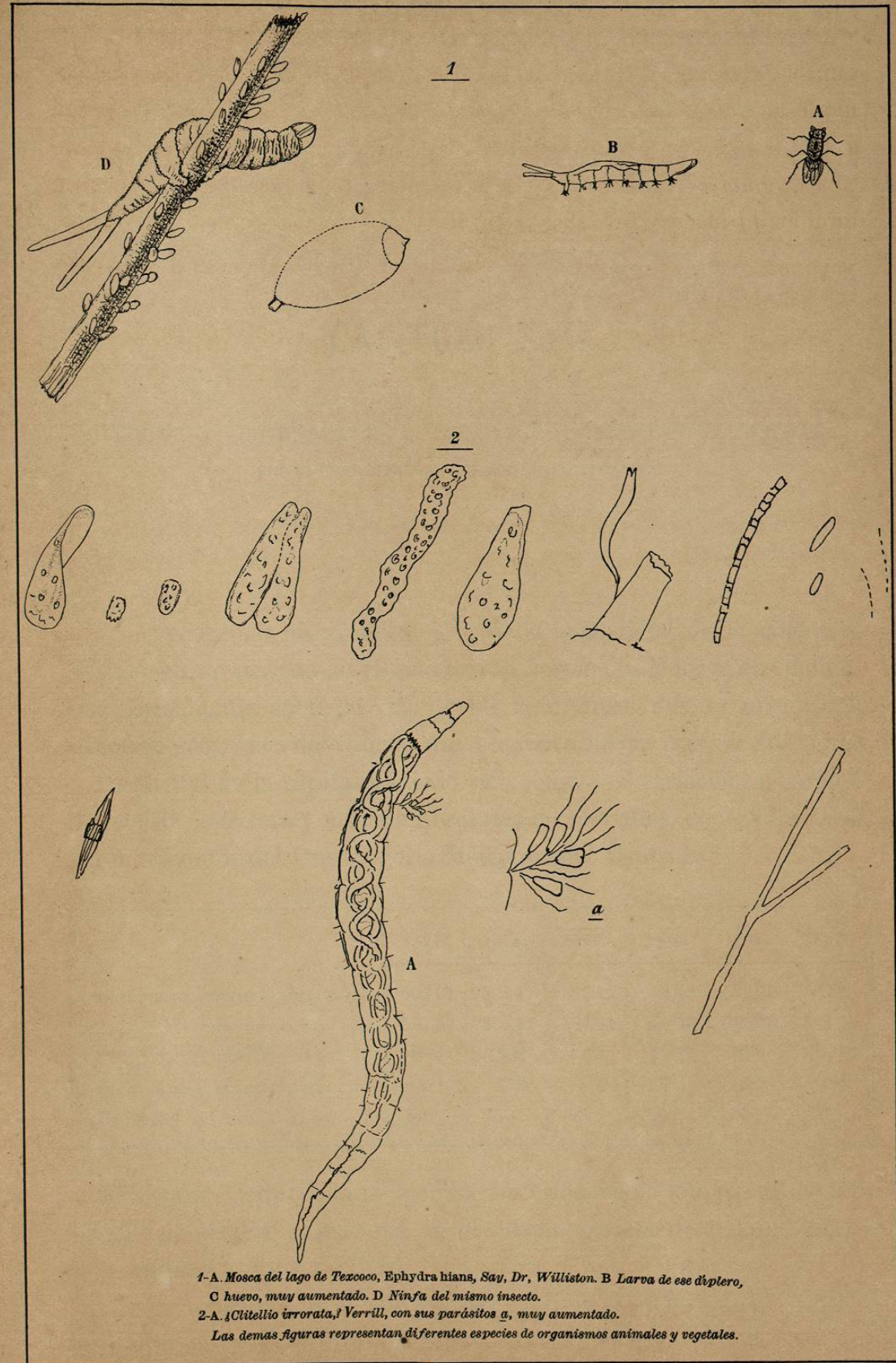
“El punto importante parece ser no prolongar el cocimiento más allá de cierto límite: diez ó quince minutos por término medio, y sobre todo, no pasar un máximum de temperatura de 70° centígrados. Yo no pretendo que este máximum convenga á todos los organismos; pero se-



gun la experiencia, es suficiente en el mayor número de casos. Así como lo ha demostrado M. Pasteur, un gran número de gérmenes resisten á esta temperatura relativamente baja. Se remedia este inconveniente conservando los sedimentos recogidos y haciendo las preparaciones en líquidos preservadores antisépticos.”

L. O.

Lám. 8ª



1-A. Mosca del lago de Tezcoco, *Ephydra hians*, Say, Dr. Williston. B Larva de ese díptero, C huevo, muy aumentado. D Ninfu del mismo insecto.  
 2-A. *Clitellio irrorata*, Verrill, con sus parásitos a, muy aumentado.  
 Las demas figuras representan diferentes especies de organismos animales y vegetales.