

---

# GACETA MÉDICA DE MÉXICO

---

—♦♦♦—  
PERIÓDICO

DE LA ACADEMIA DE MEDICINA DE MÉXICO.

---

## ESTUDIO QUÍMICO HIGIÉNICO

DEL PLOMO Y DE LAS AGUAS QUE CIRCULAN POR LAS CAÑERÍAS DE ESTE METAL,

AL DISTRIBUIRSE EN LA CAPITAL POR SU SISTEMA

AFERENTE.

### SEGUNDA PARTE.

#### AGUA LLAMADA «GORDA.»

La agua gorda surte á la poblacion de México en la region S. comprendida en la área urbana que se limita al N. por las líneas que demarcan las calles de Alconedo al O., y la de la Merced al E., extendiéndose por el S. desde las garitas de Belen y la Piedad hasta las de la Viga y San Antonio Abad.

El principal depósito constituido por una fuente brotante natural, que forma una alberca bien fortificada, nace al S. E. de Chapultepec, casi al pié del cerro. De ese depósito, llamado *Alberca Chica*, es de donde se surte la parte S. de la Capital en la demarcacion que le hemos designado, circulandó por el principal acueducto de mampostería que de O. á E. recorre la calzada de la garita de Belen, prosiguiendo en la misma direccion hasta terminar en el Salto de la Agua, en donde existe un depósito urbano y una fuente pública para el reparto económico de aquel rumbo. De allí se distribuyen las aguas hácia los distritos urbanos E. y S. de la ciudad, cuya demarcacion hemos determinado ya.

La agua gorda posee muchas propiedades hidrológicas, enteramente distintas de las que la agua delgada contiene, debidas á la accion mineralizadora de los acueductos subterráneos por donde circula.

En contraposicion, la agua delgada, que nace de los manantiales que

en las vertientes de las montañas se generan, por las filtraciones superficiales de las rocas que forman el circuito hidrográfico del Valle de México, cañadas del Desierto de los Carmelitas, Presa de los Leones y lomas de Santa Fé, carece de la acción mineralizadora de la agua gorda, según queda asentado en la primera parte de este estudio.

La agua gorda proveniente de las venas fluidas subterráneas, que circulan á distintas profundidades del terreno de acarreo que constituyen los diversos yacimientos de aluvion del Valle de México, presenta diferencias notables que la distinguen de la primera.

La agua que brota de esos veneros naturales llega á la superficie de la tierra de profundidades más ó ménos grandes despues de haber atravesado capas más ó ménos gruesas de diversa naturaleza y formacion geológica. La agua gorda disuelve á su paso la multitud de principios salinos y gaseosos que contiene, depurándose y purificándose. La presión, la temperatura y la mayor permeabilidad de las capas aluvionarias por donde circula, determinan la saturacion de esos gases y esas sales en la proporción constante que se manifiestan y que se encuentran por el análisis; pero no todas las sustancias salinas ó gaseosas existen ya formadas, sino que se desarrollan por dobles descomposiciones, á favor de las sales solubles de ciertos terrenos que obran sobre los restos orgánicos que se encuentran en los yacimientos más profundos, y que tendiendo á petrificarse, ejecutan la sustitucion de los elementos mineralizadores que constituyen los fósiles animales.

Por esta razón se encuentran en las aguas que analizamos, los fosfatos de sosa, pues habiendo yacimientos de huesos de animales antidiuvianos ó modernos, la sustitucion da origen á la mineralizacion de estas aguas, cuyos caractéres se pueden comprender en las proposiciones siguientes:

1.<sup>a</sup> Las aguas que circulan bajo las capas geológicas aluvionarias del Valle de México, provenientes de las infiltraciones montañosas altas, lejanas y copiosas, ó de las de los lagos del Sur, Chalco y Xochimilco, poseen una cantidad constante de sales, gases y demás compuestos que contienen.

2.<sup>a</sup> Las aguas que circulan bajo el suelo aluvionario del Valle de México, se mineralizan en cierto modo, á favor de la presión subterránea de los yacimientos permeables por donde atraviesan; á favor de la acción disolvente que ejercen en los compuestos salinos de las capas subterráneas que penetran, y á favor de las dobles descomposiciones de los fósiles naturales, que dan lugar á la formacion de nuevas sales por la

accion química del agua y de los gases sobre los sedimentos de aluvion.

3.<sup>a</sup> Las aguas subterráneas del Valle de México se depuran y purifican de la materia orgánica, por las capas aluvionarias absorbentes que se encuentran en lechos determinados, saliendo á la superficie claras, límpidas y sápidas.

Las aguas de la alberca de Chapultepec que surten la parte S. de la ciudad, son ligeramente termales; manifiestan 22° cc. de temperatura, y una cantidad de sales constante.

La agua gorda que estudiamos, brota por seis ó siete veneros subterráneos, siempre clara, siempre trasparente y límpida, al grado que en el fondo de la alberca se ven las arenas calcáreo-silicatadas del yacimiento superficial, al traves de una masa de agua de 4 metros y 10 decímetros de espesor.

Estas aguas jamás sedimentan lodo, materia orgánica ni despojos terrosos en los frascos en que se recogen, puesto que siendo brotantes y viniendo de infiltraciones subterráneas al traves de bancos de arena finísima, se purifican y despojan de todos los restos orgánicos y anorgánicos que en sus orígenes tienen, presentándose con todos los caracteres de las aguas depuradas.

La agua gorda carece de las enormes cantidades de materia orgánica que las aguas delgadas tienen, al venir desde el Desierto de los Carmelitas y reunirse con los demás arroyuelos confluentes, ántes de formar el caudal que constituye la vena fluida de la circulacion aferente en la region N. de la ciudad de México: materia orgánica que se va depositando en el acueducto de mampostería, dentro del gran tubo de fierro y dentro del de plomo á medida que el agua recorre el trayecto por donde circula. Por consiguiente, mientras que en las paredes y fondo del acueducto de mampostería de las aguas delgadas, que nacen más allá del bosque de Chapultepec, se deposita lodo arcilloso, materia orgánica y gérmenes de infusorios criptógamos, que dan origen á plantas microscópicas, en el acueducto de mampostería de Belen, que tiene su origen en la alberca mencionada, el fondo y paredes se presentan continuamente limpias, y con el agua trasparente, pura y sin sedimento.

Todos estos antecedentes vienen á probar que el sistema de circulacion aferente en el distrito urbano de la Capital, por donde circula el agua gorda, se halla en condiciones más favorables para que los tubos de plomo sean perfectamente inofensivos, y no sean atacables por estas aguas, pues aunque las experiencias que he ejecutado en igualdad de circunstancias en que verifiqué las de las aguas delgadas, me prueban

lo contrario; el estudio ejecutado sobre tubos de plomo, haciendo circular esta agua dentro de ellos, me ha hecho ver cómo se va efectuando la formación del barniz calcáreo que, tapizando las paredes de los tubos, impide en lo sucesivo su acción sobre el metal de que tratamos.

Esta agua es perfectamente buena, sana é higiénica, porque los animales y vegetales dotados de una organización superior viven en ella largo tiempo: en efecto, habiendo operado sobre esta agua por los tres métodos de análisis que para las aguas potables recomienda Gérardin, á fin de descubrir el grado de infección de ellas, he puesto pescados y moluscos que han vivido en el agua gorda de las fuentes del Salto de la Agua, de Regina, de San Gerónimo, de San Miguel y de la Merced, por seis meses consecutivos sin perder uno solo: si contuviera criptógamas ó infusorios, no vivirían largo tiempo dentro de la agua gorda. Esto mismo no sucedería si hubiera en solución sales minerales venenosas como se verifica en la agua delgada, en la que no pueden vivir mucho tiempo los moluscos y los pescados de la misma clase. \*

El exámen microscópico hecho sobre estas mismas aguas, no me ha permitido descubrir plantas microscópicas, ni animales infusorios, ni elementos malsanos que produzcan la infección del agua gorda, y la haga deletérea ó venenosa, como sucede con la delgada.

En toda vasija, depósito ú otro objeto que contenga agua gorda de la alberca, no germina ninguna planta criptógama, si no es cuando por los vientos se trasportan esos gérmenes, quedando en contacto con el líquido por mucho tiempo; en todos los demás casos siempre se conserva el agua límpida, trasparente y sin sedimento dentro de las vasijas de cristal, aun después de muchos meses de haberla recogido de la *alberca*.

Por el contrario, la agua delgada que se recoja de cualquier acueducto, pero principalmente de los intra-urbanos, guardada en frascos de cristal, da lugar á la germinación de plantas microscópicas que se observan á la simple vista en las mismas paredes de los frascos. Este hecho es muy

\* Las aguas delgadas son impropias para la vida de los moluscos y para la de los pescados de que hice mención en la primera parte de este trabajo: 1º por la excesiva cantidad de gérmenes orgánicos que abundan en ella; 2º por las transformaciones que éstos sufren al convertirse en productos amoniacales; 3º por la acción que las aguas de las cañerías de plomo ejercen sobre los moluscos y pescados de que hablo.

Si los pescados se conservan y viven en fuentes que contienen agua delgada, que ha circulado por cañerías de plomo, como son las del jardín de San Francisco, las de los Tivoli y la del hospital "Morelos," es porque en esas fuentes hay plantas acuáticas y terráqueas, que hacen sanas estas aguas absorbiendo los elementos deletéreos de todas clases, y dando oxígeno respirable por su acción clorofiliana.

perceptible en el fondo interior de las *destiladeras* en donde se purifica el agua delgada por filtracion.

Si las paredes de la alberca y del acueducto de mampostería presentan plantas microscópicas, es porque el viento trasporta los gérmenes ó caen de los lugares circunvecinos, como acontece en la alberca situada dentro del perímetro del bosque de Chapultepec.

El análisis de los gases da la prueba más concluyente acerca de la sanidad de estas aguas y de su empleo biológico, como uno de los medios líquidos que entre los modificadores químicos existe.

Esta agua gorda analizada neumáticamente me ha presentado siempre una misma cantidad de gases en las aguas de las fuentes del Salto de la Agua, de Regina, de San Gerónimo y de San Miguel. Constantemente he obtenido el mismo número de centímetros cúbicos de aire, oxígeno y ácido carbónico, cosa que prueba terminantemente la inocuidad del agua gorda sobre las cañerías de plomo, supuesto que circula en el interior de los tubos tapizados de sales calcáreo-plomosas, que impidiendo su contacto con el plomo impiden la acción del agua gorda sobre el metal.

Como es bien sabido de todos los higienistas, el aire y oxígeno de las aguas se pierde por una acción desoxigenante de los cuerpos que están en contacto, ya sean anorgánicos ú orgánicos: en el primer caso, produciendo compuestos oxidados, como son los óxidos que resultan del fierro, plomo, cobre, zinc, etc.: en el segundo, ejerciendo metamorfosis continuas sobre la materia orgánica, para dar lugar á la variedad de productos amilicos que tienen por base el azóe.

En virtud de estos antecedentes químicos, queda explicado suficientemente *el por qué* de los fenómenos que la agua *gorda* presenta, siendo totalmente opuestos á los que la *delgada* manifiesta.

La agua *gorda* obra sobre el plomo lo mismo que la delgada en sus primeros contactos, y aun si se quiere, más; pero á medida que pasan nuevas cantidades, va creando progresivamente una capa blanquizca sobre el interior de los tubos de plomo, que se hace más y más gruesa.

Como esta capa de barniz no se desprende de la superficie interior del tubo, supuesto la limpidez de la agua gorda y su carencia de sedimentos, que serian los únicos cuerpos que por rozamiento la desprendieran, resulta que al cabo de un mes el agua que circula por un tubo de plomo está perfectamente aislada del metal; y que á los dos, tres, cuatro, cinco y más meses, este aislamiento es completo; y por eso el agua que se distribuye por estas cañerías no contiene la más insignificante porcion de plomo, ni pierde su aire que tiene en solución, siendo más homogé-

nea la disolución de los principales cuerpos salinos que en su composición tiene.

La serie de experiencias que he emprendido sobre este punto son muy interesantes, y me han hecho conocer el fenómeno progresivo de la deposición del barniz calcáreo que se forma dentro de los tubos por donde circula el agua gorda.

Al mismo tiempo que puse láminas de plomo en contacto con el agua de la alberca, de las fuentes de Regina, San Gerónimo, San Miguel, Salto de la Agua, Merced y otras, tomé dos tubos de plomo de dos centímetros de diámetro, con una llave inferior y un embudo superior por donde diariamente hacia circular cinco litros de agua gorda de la alberca y de la fuente de la Merced; de este modo obtuve los resultados que á continuación expreso.

---

EXPERIENCIAS HECHAS CON PLOMO Y AGUA DE LA ALBERCA  
DE CHAPULTEPEC, LLAMADA «GORDA.»

El día 10 de Agosto del año próximo pasado de 75, tomé un frasco de cristal en donde puse ocho láminas de plomo de las dimensiones con que emprendí las experiencias de la agua delgada, y 250,00 gramos de agua gorda de la alberca de Chapultepec. La abandoné por 24 horas, al cabo de las cuales hubo levísimos indicios de plomo: á las 48 el análisis me reveló mayor dosis que en la experiencia anterior, á las 72 horas siguientes el plomo se reveló por medio de mi procedimiento. \* Evaporé en una capsulita, hasta reducir á un pequeño volúmen, 125 gramos de la agua de la alberca de Chapultepec que habia puesto en contacto con láminas de plomo por 72 horas: cuando se habian reducido á 5 gramos, añadí potasa cáustica, filtré y obtuve un líquido trasparente

\* El procedimiento de tratar los residuos de la evaporación de las aguas por analizar con la potasa cáustica, digo que me pertenece, en virtud de que nadie ántes que yo lo ha llevado á la práctica en México conforme á la serie de manipulaciones que he adoptado, fundado en la propiedad característica que la potasa cáustica tiene sobre las sales de plomo, y en la del ácido nítrico sobre las mismas sales.

Se sabe que un exceso de potasa redisuelve el óxido de plomo precipitado, como se sabe que el ácido nítrico convierte en parte el protóxido de plomo en ácido plómbico, por intermedio del calor; causa porqué el cuerpo de que se trata no se halla en los líquidos tratados por el ácido nítrico. Al asentar que este procedimiento es mio, me refiero á las manipulaciones que he puesto en práctica, fundado en este principio de análisis químico descubierto por hombres eminentes: *Las sales de plomo tratadas por la potasa ó sosa dan un precipitado blanco de hidrato de plomo soluble en un exceso de reactivo.*—OSSIAN.

y límpido, porque los residuos carecen de materia orgánica. Traté ese líquido por sulfidrato de amoniaco, cuidando, como acostumbro, que las capas de los líquidos en contacto se toquen en una superficie dada; al momento se nota la coloración pardo-café del sulfuro de plomo. Haciendo luego otra solución tratada por la potasa, y empleando los reactivos de cromato de potasa y yoduro de potasio, dan los precipitados correspondientes. La agua gorda ataca al plomo en sus primeros contactos, y estando en reposo.

De la misma manera he seguido tratando el agua de las demás fuentes del rumbo S. de la ciudad, y *por mi procedimiento* he hallado siempre el plomo.

En contraposición de los fenómenos que presenta la agua delgada, la gorda manifiesta otros muy notables. En los primeros contactos, la *gorda* disuelve fuertes cantidades de plomo; pero á medida que se verifica el escurrimiento continuo de ella por el tubo de plomo, ó que los contactos con las láminas de este metal se hacen más sucesivas, las dosis de plomo encontradas en las aguas que se analizan son menores, y se ven disminuir á tal grado, que ya al cabo de quince días no se notan reacciones que revelen químicamente la presencia del metal.

Las experiencias emprendidas á este fin han consistido en tomar un tubo de plomo de  $\frac{1}{2}$  metro de largo, abierto por una extremidad y obturado por la otra, con un corcho perforado y un gotero de Mohr; puesto el tubo en una posición vertical hago circular por su calibre agua gorda. En los primeros momentos en que escurrió el agua en las paredes limpias del tubo, el análisis no dió indicios de plomo; se cerró la llave y se depositó el agua dentro del calibre del tubo por 24 horas, al cabo de las cuales analizado este líquido, dió abundantes signos del plomo.

Escurrido el tubo y reemplazada la agua por una nueva cantidad, á las 24 horas siguientes dió menor cantidad de plomo; se dió salida á esta agua depositada, y se llenó el tubo por tercera vez con agua nueva; á las 48 horas se analizó esta agua, y la dosis de plomo revelada por los reactivos disminuyó más; así se procedió hasta veinte veces, al cabo de las cuales el agua depositada en el tubo de plomo *no revelaba ni el más leve indicio del metal*. Observado el interior del tubo, se notaba tapizado de una capa blanquizca que impide el contacto del agua con el metal. Esta capa blanquizca es mate, y se va formando lenta y atómicamente al tocar el ácido carbónico del bicarbonato calcáreo, las paredes del tubo; pero como el bicarbonato calcáreo, por la acción del plomo, queda convertido en protocarbonato, esta sal, al estado naciente se deposita atóni-

camente sobre las paredes interiores del tubo de plomo, formándole un barniz compacto y resistente que va aumentando con el trascurso del tiempo, probablemente hasta formar concreciones más ó ménos desiguales como las que se observan en los tubos cuyo uso data de dos ó más años.

Para comparar el efecto de la agua gorda con el de la agua delgada, sometí otro tubo de plomo á la accion de la agua delgada en igualdad de circunstancias á las del otro experimento, y en esta última siempre he encontrado el plomo en el agua despues de dos meses de uso.

De todos estos hechos se infiere: que la agua gorda está en circunstancias químicas distintas, que la ponen en condiciones favorables para ser considerada en el sistema de circulacion aferente de la parte S. de la Capital que se surte con este líquido.

El análisis químico nos demuestra y comprueba que la pérdida de los gases que la agua gorda tiene en solucion es nula, en contraposicion de la que la agua delgada sufre, segun manifesté en la parte relativa de este trabajo.

La cantidad de gases que la agua gorda representa para su análisis, es igual á la siguiente:

|                           | Cent. cúb. |
|---------------------------|------------|
| Aire . . . . .            | 10,95      |
| Oxígeno . . . . .         | 2,95       |
| Acido carbónico . . . . . | 0,60       |
|                           | <hr/>      |
|                           | 14,50      |

Este número de centímetros cúbicos de gases obtenido en el análisis de la agua de la alberca del bosque de Chapultepec, lo encontramos con ligeras diferencias de milímetros, en la agua del acueducto de Belen, en la de las fuentes del Salto de la Agua, Regina, San Gerónimo, San Miguel y la Merced, pudiendo asegurarse por esto que la *agua gorda tiene, en el curso de su sistema aferente, una composicion constante, supuesto que la proporcion de las sales y de los gases que existen en solucion en ella, es una misma.*

Del análisis químico cuantitativo de las aguas se infiere:

1.º Que la agua gorda no ataca actualmente las cañerías de plomo, supuesto que el oxígeno de los gases analizados existen en igual proporcion en todos los puntos del trayecto por donde circula.

2.º Que esto es debido á la capa de barniz impermeable que dentro

de las paredes de los tubos se forma, lo que impide el contacto del agua y del metal.

3.º Que conservando la agua su homogeneidad química, una vez que los productos gaseosos se observan por todas partes en la misma proporción, es más propia, biológicamente hablando, para las necesidades fisiológicas que el organismo tiene que desempeñar.

Se ve por esto, que el análisis del oxígeno es muy interesante en la higiene de la agua, por ser este medio un modificador químico de varias funciones fisiológicas animales. Porque las aguas potables son tanto más saludables cuanto mayor cantidad contienen de O. y AZ. y menor de sales solubles.

La constante proporción de las sales, prueba su homogeneidad por todo el trayecto de la área de circulación, pues los análisis de la agua gorda tomada de las distintas fuentes que á continuación expreso, revelan casi igual composición.

#### ANÁLISIS DE LA AGUA GORDA TOMADA EN LA ALBERGA DE CHAPULTEPEC.

Un litro de agua á la temperatura ambiente de 23º cc. presión 0,582 y 25º del higrómetro, dió:

##### PRODUCTOS GASEOSOS.

|                              | Cent. cúb. |
|------------------------------|------------|
| Compuestos de aire . . . . . | 10,95      |
| Oxígeno . . . . .            | 2,95       |
| Acido carbónico . . . . .    | 0,60       |
|                              | <hr/>      |
|                              | 14,50      |

##### PRODUCTOS SÓLIDOS POR LITRO.

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Fosfato de cal . . . . .             | 0,0192 |
| Idem de sosa . . . . .               | 0,0275 |
| Carbonato y sulfato de cal . . . . . | 0,0645 |
| Cloruro de sodio . . . . .           | 0,0450 |
| Bicarbonato de sosa . . . . .        | 0,0330 |
| Cloruro de magnesio . . . . .        | 0,0420 |
| Acido silícico . . . . .             | 0,0065 |
|                                      | <hr/>  |
| A la vuelta . . . . .                | 0,2377 |

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| De la vuelta . . . . .          | 0,2377   |
| Alumina . . . . .               | 0,0075   |
| Sesquióxido de fierro . . . . . | 0,0015   |
| Acido apocrénico . . . . .      | indicios |
| Materia orgánica . . . . .      | 0,0010   |
| Pérdida . . . . .               | 0,0360   |
|                                 | <hr/>    |
|                                 | 0,2837   |

## PRODUCTOS EVAPORABLES.

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| Agua y gases . . . . . | 999,7163  |
|                        | <hr/>     |
|                        | 1000,0000 |

## ANALISIS DE LA AGUA DE LA FUENTE DE SAN GERONIMO.

Un litro de agua de esta fuente, dió:

## PRODUCTOS GASEOSOS.

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Compuestos de aire . . . . . | 10,92 |
| Oxígeno . . . . .            | 2,93  |
| Acido carbónico. . . . .     | 0,60  |
|                              | <hr/> |
|                              | 14,45 |

## PRODUCTOS SÓLIDOS POR LITRO.

|                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| Fosfato de cal . . . . .             | 0,0150   |
| Idem de sosa. . . . .                | 0,0279   |
| Carbonato y sulfato de cal . . . . . | 0,0650   |
| Cloruro de sodio . . . . .           | 0,0480   |
| Bicarbonato de sosa . . . . .        | 0,0350   |
| Cloruro de magnesio . . . . .        | 0,0440   |
| Acido silícico . . . . .             | 0,0057   |
| Alumina . . . . .                    | 0,0059   |
| Sesquióxido de fierro . . . . .      | 0,0012   |
| Acido apocrénico . . . . .           | indicios |
| Materia orgánica . . . . .           | 0,0005   |
| Pérdida . . . . .                    | 0,0400   |
|                                      | <hr/>    |
| Al frente . . . . .                  | 0,2882   |

Del frente . . . . . 0,2882

PRODUCTOS EVAPORABLES.

Agua y gases . . . . . 999,7118  
1000,0000

ANALISIS DE LAS AGUAS DE LA FUENTE DE LA MERCED.

Un litro de agua dió:

PRODUCTOS GASEOSOS.

Compuestos de aire . . . . . 10,95  
 Oxígeno . . . . . 2,90  
 Acido carbónico . . . . . 0,60  
14,45

PRODUCTOS SOLIDOS POR LITRO.

Fosfato de cal . . . . . 0,0160  
 Idem de sosa. . . . . 0,0275  
 Carbonato y sulfato de cal . . . . . 0,0655  
 Cloruro de sodio . . . . . 0,0475  
 Bicarbonato de sosa . . . . . 0,0365  
 Cloruro de magnesio . . . . . 0,0420  
 Acido silícico . . . . . 0,0027  
 Alumina . . . . . 0,0072  
 Sesquióxido de fierro . . . . . 0,0010  
 Acido apocrénico . . . . . 0,0000  
 Materia orgánica . . . . . 0,0005  
 Pérdida. . . . . 0,0470  
0,2934

PRODUCTOS EVAPORABLES.

Agua y gases . . . . . 999,7066  
1000,0000

Omito presentar los análisis de las aguas del *Salto de la Agua* y de otras fuentes, porque los resultados son próximamente iguales; pero estos resultados de los tres depósitos que presento, manifiestan palpablemente que, tanto los gases solubles como las sustancias salinas disueltas en el agua gorda, existen en el agua de las cañerías, en las fuentes y en la alberca de donde se reparte dicha agua en iguales proporciones: que, como en la alberca, las cantidades de materia orgánica por litro son tan ínfimas que no permiten la apreciación de ella más que en miligramos; y finalmente, que su transparencia, limpidez y homogeneidad prueban convenientemente la diferencia hidrológica de las dos aguas que se reparten por los distritos urbanos.

Los análisis á que nos referimos demuestran palpablemente que las *aguas gordas* contienen por término medio 0,0652 de carbonato y sulfato de cal por litro, mientras que la agua delgada apenas da un medio de 0,0198: esta diferencia manifiesta que las aguas gordas que analizamos deben dejar la capa de barniz calcáreo sobre la superficie interna de los tubos de plomo, y que las aguas delgadas, por la pequeña proporción de esas sales, carecen de esa propiedad.

El análisis basta, como se ve, para determinar si la intubación de una cañería aferente, que se tenga que instituir en cualquiera ciudad, villa ó aldea, debe ser de plomo ó de cualquiera otra sustancia que sea inatacable por las aguas que se hagan circular por ella.

Aquí me permito presentar algunas indicaciones higiénicas que se derivan de la naturaleza de este estudio, y son:

1.º Que toda agua que se encuentre con las condiciones higiénicas suficientes para servir de bebida ó alimento, pluvial ó no, de manantiales superficiales ó subterráneos, se convierte en insalubre cuando se hace circular por tubos de plomo ó de fierro, no teniendo las proporciones convenientes de sales calcáreas para determinar la formación de barniz en la superficie interior de los tubos por donde se distribuye.

2.º Que esta insalubridad depende de que no conserva las proporciones de aire y oxígeno que deben tener para ser ligeras y ayudar á la digestión, supuesto que estos gases se gastan en atacar la superficie interior de los tubos por donde circula.

Estas indicaciones se derivan de la naturaleza higiénica de las aguas potables, puesto que *toda agua para ser potable* debe ser bien aereada, límpida, inodora, de sabor agradable, ligera al estómago, templada en invierno, fresca en las demás estaciones; y además de todas estas propiedades, debe ser hidrotimétrica en el menor grado posible, de suerte

que no forme grumos insolubles con el jabon, y esté exenta de materia orgánica, representando una proporción de sales que no pase de 0,15 á 0,29 centigramos por litro, y otra de gases que no baje de 15 centímetros cúbicos por litro, entre aire, oxígeno y ácido carbónico.

Cuando una agua, como la gorda, es un poco hidrotimétrica al grado de revelar 20° hidrotimétricos, es necesario, es preciso que las sales insolubles sean redisueltas por una cantidad suficiente de ácido carbónico, para convertir esas sales insolubles, que siempre son calcáreas, en bicarbonatos, bisulfatos ó bifosfatos que sirvan con objeto de asimilarse durante las acciones nutritivas.

Consideradas las dos aguas que circulan en la ciudad por sus respectivos canales aferentes, bajo el punto de vista higiénico, la gorda tiene muchas ventajas sobre la delgada, sea que la consideremos como modificador químico ó como alimento. Si la consideramos como modificador químico, encontramos en ella la misma cantidad de gases en todos los puntos de la cañería por donde circula, y una pureza extraordinaria en el líquido, que no contiene materia orgánica, ni lodo, ni las cantidades infinitesimales de plomo que la agua delgada tiene. Si la consideramos como alimento, la tendremos dotada siempre de la misma proporción de sales calcáreas y fosfatos que sirven para la reparación de los elementos huesosos, musculares y nerviosos; cosa que no hallaremos en la agua delgada, cuya composición en aire, en sales, en materia orgánica y sustancias extrañas, varían en su curso, como ya lo hemos comprobado en la parte correspondiente.

Es cierto que el aire contenido en la agua gorda existe en proporción menor en un volumen dado; es cierto que el oxígeno alotrópico se encuentra en ella en menor cantidad; pero esa proporción de gases siempre es constante por los distintos rumbos de la cañería en donde circula; circunstancia más favorable de que la agua delgada carece.

Por todas estas consideraciones concluimos que, la parte de la ciudad cuyo sistema aferente está constituido por las cañerías por donde se distribuyen económicamente las *aguas gordas*, es más sana por sus aguas, pues éstas carecen de las cantidades infinitesimales de plomo que disuelven las aguas delgadas, y los tubos de plomo por donde circulan al distribuirse, se preservan de su acción disolvente á expensas del barniz calcáreo formado dentro de los tubos metálicos, por la grande proporción de sales calcáreas que contienen dichas aguas.

OBSERVACIONES HECHAS SOBRE EL AGUA GORDA CON LOS PESCADOS  
Y MOLUSCOS.

Digase lo que se quiera, el análisis de las aguas que da mejores resultados para conocer higiénicamente la bondad de las que son potables, consiste en tres experiencias principales:

1.º El reconocimiento de los gases para ver si hay en solución las cantidades que normalmente deben tener las aguas.

2.º El análisis microscópico para reconocer los gérmenes, los microfitos y microzoarios que indican la infección que las aguas puedan tener.

3.º El análisis por los animales vivos y por las plantas que pueden vivir en este medio biológico, siendo de organización superior.

En la primera parte de este trabajo puse á contingente este último método de investigación, obteniendo los más felices resultados. Entonces manifesté á esta Academia cuál había sido el fruto de mis observaciones con relación á los pescados, porque efectivamente una agua puede ser sana con relación á los gases: puede ser sana por la primera cualidad y por la segunda de no tener gérmenes, ni microfitos ó microzoarios; pero puede ser insalubre poseyendo la propiedad de estar infecta por miasmas provenientes de las sustancias en fermentación pútrida ó por sales venenosas provenientes de las cañerías por donde circulan, ó de los terrenos geológicos de donde toman su origen.

El método de análisis por los pescados que empleé para las aguas delgadas, y que causó tanta sorpresa entonces, lo hallé comprobado en París por Lacassaine, autor que sirve de texto en la clase de Higiene pública de la Escuela de Medicina de la Capital.

En el tratado de «Agua,» refiriéndose á Gérardin, que resolvía una consulta que le había hecho el Consejo municipal de San Denis en París, refiere: que dicho profesor decía en el curso de la resolución de su consulta: «Una agua es sana cuando los animales y vegetales dotados de una organización superior, pueden vivir en ella. Al contrario, es infecta ó malsana siempre que mata á los animales y vegetales dotados de organización superior, y solo alimenta infusorios y criptógamas.» Se ve por las doctrinas de este autor, cuál es su sentir en el resultado de este procedimiento de análisis biológico.

Fundado en el apoyo que Gérardin me da con sus doctrinas, he insistido en repetir las experiencias que, en la parte relativa de mi trabajo anterior, presenté á esta ilustrada reunión.

En esta vez no solo puse en las distintas vasijas, pescados de la clase y género que nombré entónces, sino que añadí caracoles, pequeños moluscos clasificados con los nombres de *Limnea Stagnalis*, *Planorbis Corneus* y *Physa Castanea*.

En tres vasijas grandes, puse en la primera agua delgada, caracoles y pescados que se cuidaban con suma dedicacion, mudando agua de la misma especie y clase; agua delgada represa en un tubo de plomo. En la segunda, agua gorda con el mismo número de pescados y caracoles, cuidados convenientemente, á los que se mudaba agua de la misma naturaleza; y en la tercera agua de pozo artesiano y sus respectivos pescados y moluscos asistidos cuidadosamente.

En estos *aquarium* improvisados han permanecido los pescados y los moluscos viviendo por seis meses. A los dos primeros empezaron á morir los pescados que habitaban la agua delgada, y á los seis, solo quedaban tres, de doce que habia puesto; miéntas que en las otras vasijas aún viven los pescados con solo renovar el agua en que habitan.

He recorrido los jardines de San Francisco, Caballito y otros, en donde hay fuentes dentro de las cuales viven los pescados y no han muerto despues de un año de habitar en aguas delgadas; pero esto se explica por las diferencias de condiciones biológicas, que son inherentes al individuo y al medio; al individuo por ser más corpulento, y al medio, porque el agua delgada que se halla en las fuentes de que me acupo, en la que viven los pescados que se crián, se encuentra en contacto de plantas que al ejecutar sus acciones fisiológicas emiten oxígeno, absorben las sustancias venenosas ó deletéreas, purificando las aguas con que están en contacto, haciéndolas sanas y determinando la oxidacion de las sustancias orgánicas que existen en combinacion.

Efectivamente, todas las fuentes de estos jardines están decoradas con plantas cuyas raices se hallan fijas sobre riscos artificiales que los jardineros construyen para dar más vista de ornamentacion á estos depósitos de agua, así como para hacer sanas sus aguas.

Voy á tener el honor de referir á mis ilustrados consocios un hecho muy notable en su especie.

Quando el Sr. Bros. concluyó el pozo artesiano del baño público en terrenos de la hacienda de la Condesa que quedaban en el tramo de ferrocarril urbano, comprendido entre la arquería de Chapultepec y Tacubaya, las aguas contenidas en la alberca, y las del desagüe de los vallados no contenian trazas de séres vivientes de ninguna clase: se llevaron allí pescaditos de la clase y especie de los de la alberca de Chapulte-

pec, y se aclimataron y procrearon en una abundancia fabulosa, mientras que este hecho no se efectúa en las fuentes ó depósitos extraurbanos del acueducto de agua delgada.

Los moluscos empleados para las experiencias supradichas vivieron y procrearon igualmente en la agua delgada, en la gorda y en la de diversos pozos artesianos que se empleó para las experiencias comparativas; de suerte que nada se puede concluir sobre estos últimos animales.

---

COMPROBACION DE LAS EXPERIENCIAS EJECUTADAS EL AÑO PASADO  
Y PRESENTADAS A LA ACADEMIA AL REFERIR  
LAS QUE HICE CON EL AGUA DELGADA.

Hace un año que en la discusion ocasionada por el trabajo relativo sobre las aguas delgadas y pluviales, se suscitaron algunas dificultades sobre apreciacion del sulfuro de plomo precipitado y obtenido por los reactivos, al grado de que uno de nuestros consocios me objetaba algunas dudas sobre las diferentes coloraciones de los sulfuros que se notaban con el plomo y con las sales de fierro al minimum y al maximum; así como sobre si por las trasformaciones producidas por la descomposicion de los despojos vegetales de los árboles y plantas de las montañas que dan origen á las vertientes de las cañadas del Desierto de los Carmelitas, Presa de los Leones y lomas de Santa Fé, se producian fosfatos de protóxido de fierro que dieran lugar á equivocaciones de apreciacion química.

Desde entónces resolví todas las cuestiones propuestas, y tuve la franqueza de contestar á otra de las preguntas que se me hicieron relativa á mi opinion particular, sobre si juzgaba las aguas delgadas, por las cantidades de plomo que contenian, perjudiciales á la salud de los habitantes de la poblacion. A ésta respondí: «que me habia limitado á ejecutar el estudio analítico de las aguas, y que careciendo de datos para determinar si eran perjudiciales, no podia afirmar si dañarian á la salud; pero que tampoco opinaba porque su uso no fuera peligroso, porque para pronunciar un fallo definitivo sobre cualquiera de estos dos pareceres, necesitaba fundarme en hechos experimentales.»

Hoy, después de un año, he logrado hacer un estudio muy concienzudo y minucioso de los puntos que entónces se discutieron, y no discrepo en nada al dar la resolucion de mis respuestas con motivo de las

diferencias que señalé en los precipitados de los sulfuros de fierro al máximum y al mínimum y del protosulfuro de plomo.

Los sulfuros de plomo son de una coloracion pardo-rojiza, cuando las cantidades del óxido ó hidróxido de plomo están en una misma proporcion en el líquido que se analiza, de un pardo negro siempre que las cantidades del metal se hallan en mayores proporciones en los líquidos que se observan.

Los sulfuros de fierro corresponden al protóxido y sesquióxido de fierro, y representan un protosulfuro y un sesquisulfuro; pero así como el protóxido y el sesquióxido se distinguen por el color de su precipitado, los sulfuros se diferencian entre sí por las distintas coloraciones, y del sulfuro de plomo por sus matices.

El protosulfuro de fierro en los precipitados es verde oscuro en las soluciones muy diluidas, y negro verdoso en las concentradas.

El sesquisulfuro es verde rojizo en las soluciones muy diluidas y negro rojizo en las concentradas.

El sulfuro de plomo es pardo café en las soluciones diluidas, y pardo negruzco en las concentradas.

Pero además de estas diferencias esenciales que harian distinguir los precipitados, para no confundir las reacciones y evitar el que se tome el fierro por el plomo ó vice versa, mi método, procedimiento, ó modo de manipular por medio de la potasa, evita las más pequeñas cantidades de fierro que pudieran asociarse al plomo y dar lugar á error.

Obsérvese detenidamente que en mi procedimiento los residuos de la evaporacion de cualquiera agua, se tratan por potasa cáustica; si éstos, además del plomo, contienen sales calcáreas, aluminosas y óxidos de fierro, solo disuelven el plomo por la accion especial de la potasa sobre el hidrato de plomo precipitado, supuesto que se redisuelve por un exceso de reactivo; quiere decir, que un líquido que se obtiene por este procedimiento, solo tiene en solucion un *plombito polibásino de potasa*: el fierro, la sal, la alumina y demás cuerpos insolubles precipitados por la potasa, quedan en el filtro á tiempo de separar el sólido del líquido por la filtracion. Luego el ácido sulfhídrico ó sulfidrato de amoniaco al obrar, solo se combina con el plomo, y de ninguna manera con otro cuerpo, una vez que este metal es el único que se encuentra en solucion. No hay peligro, pues, de que además del plomo se encuentre otro metal que pudiera dar lugar á error, la alumina: cuando la hay en las aguas, forma un aluminato de potasa; pero ni el sulfuro de potasio es del color del sulfuro de plomo, ni la alumina forma sulfuro de aluminio, sino que se pre-

cipita al estado de hidrato de óxido de aluminio, y en cualquiera caso jamás se confunde este precipitado con el sulfuro de plomo.

Sin exagerar, creo que en las quinientas operaciones que habré practicado en año y seis meses, jamás me he equivocado.

No hay peligro, cuando se habitúa uno á la práctica, en cometer errores, que solo son propios de los experimentadores poco versados en los conocimientos químicos.

Pasemos á la segunda parte de la discusion.

¿Pudieron ó pueden los despojos de los árboles ó demás vegetales que existen en la region montañosa de la comarca que da origen á las vertientes y manantiales de la agua delgada, generar por su descomposicion y producir sales como el fosfato de protóxido de fierro, que vinieran á determinar un precipitado difícil de distinguir del de plomo?

Esta cuestion abraza dos partes muy importantes: la primera, relativa á la formacion del fosfato de fierro; la segunda, á la confusion que resultaria entre un precipitado de sulfuro de fierro con el de sulfuro de plomo.

A fin de resolver la primera, tuve que hacer un reconocimiento geológico de las regiones montañosas que forman el sistema hidrográfico que da lugar á las aguas del Desierto de los Carmelitas, Presa de los Leones, etc.; ningun fósil me indicó que hubiera, á las alturas exploradas, minerales fosfáticos cuyas sales fueran absorbidas por las raíces de las plantas, como sucede en los llanos en donde existen yacimientos de osamentas de animales antidiluvianos ó modernos; quiere decir, que si no existen los minerales ó fósiles fosforosos en esta region geológica, las plantas no las deben tener en sus despojos, y si no las contienen no deben dar lugar á la formacion de fosfato de fierro.

Mas supongamos que se forman los fosfatos de fierro, esto no seria un motivo de error, supuesto que hemos dicho el modo como procedo en mis investigaciones, que no dan lugar á equivocacion.

El estudio que sobre este punto he efectuado me prueba lo que acabo de indicar; así lo hago presente á esta ilustrada Academia en comprobacion de mis investigaciones.

Pasando luego al objeto más interesante, manifiesto: que por datos recientes creo que las aguas delgadas que circulan por el sistema aferente en los tubos de plomo, producen males á la economía manifestándose principalmente la *anemia saturnina*, de cuya enfermedad me ocuparé en un tratado especial.

## DISTRIBUCION DE LAS AGUAS URBANAS EN MEXICO.

Las aguas potables de México existen en el origen de donde se distribuyen desde ántes de la conquista. Los manantiales subterráneos de Chapultepec surtian á la antigua Tenochtitlan de agua potable desde tiempos muy remotos.

El gran conquistador Hernan Cortés decia á Carlos V en una de sus cartas lo siguiente: «Por la una de las calzadas que á esta gran ciudad entran, vienen dos caños de argamasa tan anchos como dos pasos cada uno, y tan altos casi como un estadio, y por el uno de ellos viene un golpe de agua dulce muy buena, del gordor del cuerpo de un hombre, que va á dar á la ciudad, de que se sirven y beben todos. El otro que va vacío, es para cuando quieren limpiar el otro caño, porque echan por allí el agua en tanto que aquel se limpia; y porque el agua ha de pasar por las puentes á causa de las quebradas por do atraviesa el agua salada, echan la dulce por unas canales tan gruesas como un buey, que son de la longura de las dichas puentes, y así se sirve toda la ciudad.»

Este hecho habla muy favorablemente en honor de la civilizacion azteca, y representa algunos de los datos que los arqueólogos deben tener en cuenta.

Esta descripcion la hacia Cortés en los momentos ántes del asedio de la hermosa Tenochtitlan. Los acueductos fueron destruidos en el acto de las operaciones del sitio puesto á la ciudad por los españoles; pero cuando éstos repararon los edificios, repararon tambien el acueducto, construyéndolo como ahora existe, que en poco se diferencia del antiguo.

Más tarde se observó que la agua de Chapultepec no bastaba para los usos económicos de la poblacion, y en 1527 se utilizó el manantial de Churubusco, que se debe haber aprovechado por poco tiempo.

En 1566 ó 1568 se quiso traer la agua de una fuente brotante natural que existia en Coyoacan, llamada *Acuecucxcatl*, pero se abandonó el proyecto.

La necesidad de surtir á la poblacion de México con la suficiente cantidad de agua era ingente de 1568 á 1570; entónces se pensó en los manantiales de Santa Fé, y se ejecutaron los trabajos del nuevo acueducto con tal fortuna, que ya en 1576 la moderna México gozaba de esta mejora material, aunque el acueducto no se habia concluido enteramente.

El virey Martin Henriquez, procuró traer la agua delgada de los manantiales de Santa Fé. Ese gobierno compró el bosque en que existen los ve-

neros al cabildo eclesiástico de Valladolid en seis mil pesos; el agua venia entónces por un caño de mampostería á la ciudad, hasta que de 1603 á 1607 comenzó á construirse el acueducto que actualmente llega hasta la garita Mejía. El Marqués de Montesclaros los dejó construidos hasta la iglesia de San Cosme, y tocó al Virey Marqués de Guadalcázar extenderlos hasta la Mariscala en 1620. En este lugar se veía en 1851 una fuente repartidora.

En todos los distritos urbanos se repartía el agua por tubos de barro que desembocaban en las fuentes públicas y particulares, habiendo en ciertas calles alcantarillas verticales que servían para la regulacion de las aguas distribuidas, y para limpiar del barro los acueductos.

Hasta 1840 subsistieron las cañerías urbanas de tubos de barro: en ese mismo año se modificó esa intubacion, reemplazándose con tubos aferentes de plomo. De 1851 á 1852, se destruyó, para hermohear las calles de San Hipólito, Portillo de San Diego y la Mariscala, el acueducto y los arcos que lo sostenian hasta San Fernando.

La intubacion de plomo reemplazó igualmente á los tubos de barro en el respectivo acueducto que conduce la agua gorda en 1840; y desde esta época hasta hoy; la distribucion de las aguas de la ciudad de México se hace bajo el mismo sistema de canalizacion aferente.

La distribucion de las aguas urbanas se va generalizando hoy en la República, y se recurre al plomo para hacer las cañerías aferentes.

A pesar de que el criterio higiénico debe ser suficiente para repeler el uso de este metal, que continúa utilizándose para la conduccion de las aguas potables, los especuladores lo siguen empleando en la distribucion urbana de las aguas, y los propietarios únicamente se cuidan de la baratura del acueducto, solo por las cualidades técnicas que el plomo presenta con relacion al fierro y demás metales; por otra parte, la baratura del material y su fácil elaboracion dan un precio muy insignificante al plomo en comparacion del fierro, para que la rutina que se sobrepone á la salubridad, fuera capaz de abandonar lo que perjudica á los habitantes de una ciudad populosa.

El plomo daña las aguas que no tienen la propiedad de depositar el barniz calcáreo, que forman las que poseen abundancia de sales calcáreas, de dos maneras:

1.º Envenenándolas.—2.º Gastando el aire que necesariamente deben tener en solucion para servir de alimento, dejándolas sin las propiedades higiénicas que las aguas de lluvia y de manantial de las montañas tienen, por la cantidad de sus gases, aire, oxígeno y ácido carbónico.

El fierro es igualmente dañoso á las aguas que circulan por tubos de este metal, porque para oxidarse consume más aire del que las aguas no calcáreas tienen en solución. Para nosotros, toda agua aereada que circula por tubos de fierro, sin ser calcárea, para formar las concreciones interiores, se hace malsana por la pérdida del aire y demás gases que mantienen en solución los carbonatos, sulfatos y fosfatos calcáreos que hay en las aguas.

Tan insalubre se hace una agua por la pérdida de su aire, como la que se infecta por los parásitos microscópicos y gérmenes micrófitos y microzoarios.

En atención á las observaciones que he hecho vengo á consultar las proposiciones siguientes:

1.<sup>a</sup> Usar los tubos de plomo en comarcas cuyas aguas, previamente analizadas, den la proporción de sales calcáreas que presentan nuestras *aguas gordas*.

2.<sup>a</sup> Suprimir el uso de los tubos de fierro y de plomo puros, cuando las aguas no contengan las sales calcáreas que formen el barniz supradicho, por la pérdida de los gases que éstas experimentan en la oxidación de dichos metales.

3.<sup>a</sup> Usar el fierro ó el plomo estañando convenientemente la superficie interna de los tubos.

4.<sup>a</sup> Usar el plomo ligado con el 25 por 100 de estaño, pues la liga que resulta es ménos atacable por las aguas que carecen de sales calcáreas.

Estas son las conclusiones obtenidas de las experiencias que he hecho por espacio de dos años.

México, Octubre 11 de 1876.

JOSÉ G. LOBATO.

---

## ACADEMIA DE MEDICINA.

---

ACTA DE LA SESION DEL 25 DE OCTUBRE DE 1876.

Presidencia del Sr. Reyes, D. José María.

Abierta la sesión á la hora de reglamento, se leyó y aprobó el acta de la anterior, con una modificación propuesta por el Sr. Lugo.

Se leyeron las cuentas de la Tesorería, correspondientes al año pasado,