

Ripstein

PR. OVIDIO REBAUDI
QUÍMICO

De la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
de Buenos Aires.
Químico Honorario Municipal.
Ex-Catfe de Sección de 1.^a por concurso y actual
Secretario de la Oficina Química Municipal.
Ex-Químico de la Oficina Quím. Nac. de la Capital
Federal. — Director de la Revista de
Química y Farmacia. — Miembro honorario del
Círculo Farmacéutico Argentino, etc, etc.



EL AGUA



Importancia Higiénica del Agua
—Sus diversas fuentes y Con-
diciones de Potabilidad—Aná-
lisis y Juicios Comparativos.

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO PARA LA
PROVISIÓN DE AGUA CORRIENTE A
LA CIUDAD DE ASUNCIÓN

ASUNCIÓN

1906

EL AGUA

Importancia higiénica del Agua

«Toute diminution apportée par l'hygiène
et la prophylaxie au nombre des mala-
«dies évitables, se chiffrera par une éco-
«nomie considérable et servira d'ailleurs
«l'intérêt de la défense nationale»

J. ROCHARD.

“**M**AS vale prevenir que tener que remediar”, dice con mucho acierto un antiguo adagio, y como la higiene es la medicina preventiva por excelencia, debemos atenernos á ella, acatando sus preceptos, para no tener que buscar después remedios tardíos á los males que acarrea su descuido.

La experiencia demuestra efectivamente que las ciudades que se han preocupado de su higienización, poniendo en práctica lo que la ciencia moderna aconseja en tal concepto, han visto disminuir muy sensiblemente su mortalidad y á veces desaparecer por completo enfermedades que se habían hecho endémicas en ellas.

Para convencernos, por otra parte, de la verdad de esta afirmación, basta comparar la dificultad que encuentran actualmente para su propagación las enfermedades infecto-contagiosas, que antes con frecuencia asolaban los pueblos y las ciudades.

Las siguientes cifras, de la mortalidad anual por mil habitantes, demuestran la relación estrecha que existe entre el número de defunciones y el estado higiénico local:

Valparaíso	40 defunciones
Lima	36 »
Madras	35 »
Cairo.	34.80 »
Rouen	33.60 »
Marsella	32 »

Toulon	31.60	defunciones
Venecia	31.50	»
Munich	30.20	»
Bastía	30	»
Nueva Orleans	28.70	»
Brest	28	»
Reims	28	»
Viena	28	»
Manchester	27.20	»
Cette	27	»
Tolosa	26.60	»
Amberes.	26.10	»
Glasgow	25.90	»
Dublin	25.50	»
San Petersburgo	24.70	»
Roma	24	»
Lieja.	22.80	»
Nueva York.	22.30	»
Liverpol.	22	»
Praga	22	»
Bruseias.	22	»
Lion	22	»
Bombay	21	»
Calcuta	21	»
Philadelphia.	21.90	»
Washington.	21	»
París.	20 á 21	»
Copenhaguen	20.70	»
Berlin	20.70	»
Crstiania.	20.70	»
Amsterdan	19.20	»
Londres	19	»
Chicago	18.90	»
Birmingham.	18.50	»
Francfort-sur-Mein	18.30	»
Estokolmo	18	»
Buenos Aires	16.50	»

La mortalidad en proporción descendente de las ciudades anotadas está en relación directa con el mayor ó menor descuido de los principios de la higiene.

El número de defunciones en Washington era de 30 por mil antes de la realización de sus mejoras higiénicas, después de terminadas, esta cifra ha descendido á 21 por mil.

En Inglaterra la mortalidad media, que era de 35 por mil en 1846, bajó á 20 de 1875 al 1880, y en 1889 alcanzó tan sólo á 17.85, debido á las obras de saneamiento que se levaron á cabo en todas partes. En varias ciudades no hubo mas que el 9 por mil de defunciones en 1890.

En París, cuya estadística mortuoria arrojaba en 1880 el 25.37 por mil, en 1894 no se registran mas que el 20, después de las continuadas mejoras higiénicas que desde entonces se vienen llevando á cabo.

La Croacia es la que da el máximun de mortalidad en Europa, el 38 por mil anual, y es de las regiones en que menos aplicación se ha hecho de los preceptos de higiene pública.

Esta enorme cifra es sin embargo superada por la ciudad de Salta (Rep. Argentina) en donde nada se ha hecho por la higiene y cuya mortalidad ha alcanzado á 80 por mil en 1899.

Buenos Aires, en cambio, que antes de estar completamente habilitadas sus obras de salubridad tenía el 32 por mil de defunciones, en 1899 completada su higienización, sólo alcanzaron éstas al 16 por mil (1).

Sin duda la disminución en la mortalidad puede ser en gran parte efecto de la higiene particular, debida al desarrollo de la instrucción que hace que los hombres sepan cuidar mejor de su salud, si no que la higiene particular es difícil de ponerse en práctica cuando no se dispone de agua buena y abundante, de buenos desagües y de facilidades para la completa eliminación de los desperdicios.

El agua, pues, es uno de los elementos indispensables, ó mejor dicho, el elemento primordial para la buena higiene pública y privada.

Soy de opinión (decía Petenhofer en el Congreso de higiene celebrado en Viena en 1887) que no sólo los

(1) Es tal, sin embargo, la extensión que con rapidez va adquiriendo Buenos Aires que una buena parte de ella queda ya fuera del radio beneficiado por las obras de salubridad, lo cual no tardará por desgracia en dar sus malas consecuencias.

lugares que son visitados de tiempo en tiempo por epidemias, sinó todos los lugares y todos los seres humanos necesitamos agua pura en todo momento, no sólo para beberla, sinó también para la limpieza de la casa y del patio. Con agua sucia, sólo se consigue ensuciar la casa. Agua corriente, buena y pura y en cantidad suficiente, en todas las ciudades y en todos los pisos de las casas, es, á mi juicio, mucho más importante que la buena cerveza y el buen vino, aun cuando la cantidad que se beba de esta agua sea pequeñísima.»

Obsérvase que la experiencia más elemental ha llevado los hombres á elegir los puntos de sus moradas en las proximidades de fuentes de agua buena y en abundancia, y sabemos también que los pueblos de la antigüedad se esmeraban para conseguir en las condiciones debidas la provisión de este precioso elemento, aunque ello les irrogara ingentes sacrificios, al tenerla que traer á veces de enormes distancias. (1)

Si no que, lo que antes se buscaba mas bien como por una especie de instinto, ahora se hace por convicción arraigada, hija de la experiencia y de los modernos estudios de la higiene.

Una buena agua potable bastaba antes con que fuera agradable á la vista, al olfato y al paladar, debiendo á más cocer bien las verduras y formar espuma persistente con el jabón.

Mas actualmente no se consideran suficientes estas condiciones, pues la observación ha demostrado muchas veces, que más de una agua que las poseían habían sido sin embargo la causa de contaminaciones funestas.

* * *

Fernando Fischer señala así los caracteres que debe poseer una buena agua potable:

1°—Debe ser clara, incolora, inodora.

(1) En las antiquísimas ciudades de Assur y Ninive el agua se traía ya desde lejos por medio de acueductos. Jerusalém, desde el reinado de Salomón hacia venir el agua de una distancia como de veinte leguas. Los romanos proveían de ella á sus ciudades y á las que conquistaban, trayéndola á menudo desde muy lejos, por encima de bien calcula-

2°—Su temperatura en las diferentes estaciones debe variar entre 6° y 12°.

3°—No debe tener seres organizados, que son agentes de putrefacción, y si se halla materia orgánica, ésta debe ser apenas perceptible.

4°—No debe tener amoníaco, ni ácido nitroso.

5°—Los nitratos y cloruros no deben pasar de ciertas cifras límites.

6°—No deben ser duras y sobre todo no deben tener muchas sales de magnesio.

Los tres caracteres primeros son fácilmente comprensibles. El 6° lo es también, puesto que una agua que no respondiera á él no cocerá bien las legumbres, ni haría espuma persistente con el jabón.

Lo que generalmente no se comprende es el alcance del 4°, al prohibir en absoluto la presencia del ácido nitroso y del amoníaco. Se pregunta: ¿Qué daño puede causar una cantidad tan mínima de esas sustancias, que aun centuplicándola no comunicaría al agua sabor, ni olor alguno?

Efectivamente, gramos 0.005 de ácido nitroso en 100 litros de agua, bastan para que ésta sea declarada mala, y sin embargo puede tomarse, sin apercibirlo siquiera, una agua que le contenga en mucha mayor proporción.

Igual cosa puede decirse con respecto al amoníaco.

No es pues la presencia de estas sustancias en tan pequeña cantidad la que debe temerse, sino las causas que la determinan.

Voy á explicarme:

La materia orgánica azoada sufre, en virtud de ciertos fermentos organizados (*micrococcus punctiforme*, *bacillum nitrosum*, *bacillum nitricum*, *proteus vulgaris* y sus congéneres, etc.) tanto en el seno de la tierra como en el agua, transformaciones en el sentido de su simplificación, ó, si se quiere, mineralización, de tal suerte, que la constitución química, complicada y mal definida en que se le encuentra constituyendo el tegido animal, pasa á las formas sencillas y bien definidas de amoníaco, ácido nitroso y ácido nítrico.

dos acueductos, muchos de los cuales existen aún ahora en perfecto estado de conservación y Babilonia, la más antigua de las grandes ciudades conocidas, causa asombro por su distribución de las aguas para los domicilios y para el riego de sus espléndidos jardines suspendidos.

La presencia, pues, de estas sustancias en el agua prueban la existencia en ella de materia orgánica azoada en descomposición. El amoníaco, producto de reducción, y el ácido nítrico, producto de oxidación, son resultados finales, diremos así, de esa evolución de la materia organizada; revelan pues, no una fermentación actual, sino una fermentación anterior.

Por eso su presencia en las aguas no se considera tan peligrosa como la del ácido nitroso, que, tan oxidable como es, no habiendo pasado aún á nítrico, es prueba de que su producción es constante y por consiguiente de que existe *materia orgánica en fermentación*.

Por eso la mayor parte de los higienistas rechazan en absoluto la presencia de este cuerpo (1) en las aguas potables, mientras admiten cifras límites para el amoníaco y ácido nítrico y para la misma materia orgánica, de que, por otra parte, las mejores aguas nunca están del todo desprovistas.

De lo dicho se comprende que no es la pequeña cantidad de estas sustancias, contenidas en las aguas llamadas sospechosas, lo que puede hacerlas perjudiciales, sino que su presencia demuestra la contaminación del líquido por residuos orgánicos en descomposición, y que, si no los contienen, pueden ser el vehículo de gérmenes patógenos, prestándo es elementos de vida.

Es por eso, que se clasifican como sospechosas las aguas que superan las cifras límites que se han adoptado para dichas sustancias y otras, que llevan en solución.

El cuadro que sigue puede servirnos de norma para el efecto:

(1) En varios artículos publicados en Buenos Aires y en los «Anales de la Universidad Nacional» he iniciado la convención de aceptar una cifra límite también para el ácido nitroso, proponiendo la de 2 miligramos por cien litros. Creo haber probado satisfactoriamente que esa pequeña cantidad de ácido nitroso, cuando los demás datos del análisis no concurren á demostrar una posible contaminación, es debida á la reducción de los nitratos por el óxido ferroso de las mismas cañerías de las bombas y de los depósitos. Trabajos posteriores me han convencido que esta cifra límite puede elevarse sin temor alguno hasta 6 miligramos por cien l'tros, y la memoria que presenté en este sentido al Segundo Congreso Médico Latino-Americano en Buenos Aires el año pasado mereció su aprobación.

Esta memoria ha sido publicada en el Tomo V pág. 205 de las «Actas y Trabajos del Segundo Congreso Médico Latino-Americano» 1904; en la REVISTA MAGNETOLÓGICA N° 44 y en los ANALES DEL CONSEJO NACIONAL DE HIGIENE, Año XI N° 8.

Por 100 Litros de Agua.	FERNANDO FISCHER.	E. KEICHARDT.	KRELL Y TEMANN.	HASSAL.	COMISION DE VIENA.	AD. LIEBEN.	COMITE DE HIGIENE PUBLICA DE FRANCIA.	CONSEJO INTERNACIONAL DE BRUSELAS.	FLUGGE.
Oxido de Calcio: gramos.	11-12	—	11-12	—	—	12-13	—	—	25-12
" Magnesio.	4	—	4	—	—	4	—	—	5
Acido Sulfúrico.	8	0.2-6.3	8-10	—	0.2-6.3	8-10	0.2-3	10	0.2-10
Cloro.	3.5-5	0.2-0.8	2-3	—	0.2-0.8	2-3	1.5-3	2-5	0.4-3
Acido Nítrico.	2-7	0.4	0.5-1.5	0.35	0.4	0.5-1.5	—	2-7	0.1-1.5
" Nitroso.	—	—	—	—	—	Rastros	—	—	Rastros
Amoniaco.	—	—	—	0.005	—	Rastros	—	—	Rastros
Residuo seco á 18°.	—	10-50	50	14-17	—	50	—	50	10-50
Dureza total.	30	32	28	12	—	18-20	5-30	32	—
Oxigeno necesario para oxidar la materia orgánica.	0.2	0.05-0.25	0.25	—	0.05-0.25	0.02-0.03	0.1-0.2	0.3	0.02
Permanganato usado.	0.8	0.2-0.8	0.8	—	0.2-0.8	0.8-1	—	1	0.8

Las aguas de que puede disponer nuestra capital

CONVIENE ahora saber si nuestras aguas reúnen las condiciones exigidas por los químicos é higienistas para ser verdaderamente potables. Con tal objeto he practicado numerosos análisis de las aguas que se consumen en la Asunción y las del río Paraguay, en los puntos próximos á las poblaciones más importantes.

He aquí algunos de esos análisis: (1)

En 100000 cs. cs.	AGUA DE LAGUNA. (Laguna del puerto)	AGUA DE ALGIBE
Materias en suspensión.	Rastros	Rastros
Residuo fijo por calcinación.	19,800	7,960
Acido nítrico.	0,200	0,240
» nitroso.	0,080	0,005
Amoníaco.	0,116	0,028
Permanganato potásico usado para oxidar la materia orgánica.	3,580	2,372
Oxígeno consumido con el mismo objeto.	0,890	0,600

La cantidad de agua de que disponía no me permitió

(1) Análisis practicados en mi laboratorio particular en Marzo de 1891.

He aquí los resultados obtenidos:

Caracteres organolépticos	Muy buenos
Reacción	Neutra
Substancias en suspensión	Rastros
Dureza total (grados alemanes)	2.0300
* temporaria	1.4500
* permanente	0.5000
Residuo á 100° por 100 litros	14.9800
Pérdida por calcinación	2.8900
Acido nítrico	0.06734
* nitroso	0.0000
* sulfúrico	0.9876
Oxidos de hierro y aluminio	0.0058
Oxido de calcio	2.0320
* * magnesio	Rastros
Amoniaco mineral	0.0035
* albuminoide	No hay
Cloro	1.3768
Permanganato potásico empleado para oxidar	
la materia orgánica	0.72988
Oxígeno consumido con el mismo objeto	0.18000

Como se vé, estas aguas no pueden ser mejores. El residuo total de la primera, aunque mucho inferior que el de las aguas de los pozos semi-surgentes de Buenos Aires (que son reputadas sin embargo muy buenas) es doble que la del pozo del señor Fretes.

El agua corriente de Buenos Aires, tal como se distribuye á la población, suele llegar á tener el mismo residuo de evaporación que el de la muestra del Señor Sosa Escalada.

Contenida en 100 litros.	Agua corria MUESTRA TOMADA EL 4 DE MARZO DE 1906, DE LA CASTILLA DE MI CASA LAVALLE 2664.	AGUA DE POZO SEMI-SURGENTE DEL MERCADO DE ABASTO (BUENOS AIRES).	AGUA DE POZO SEMI-SURGENTE DE ASUNCIÓN PRESENTADA POR EL Sr. J. GARCIA.	POZO SEMI-SURGENTE DEL Sr. WAGNER DE CONCORDIA (ENTRE RÍOS)
Dureza total (grados alemanes)	8,178	21,0600	2,2400	2,240
Dureza temporaria.	1,5000	4,8720	0,5200	0,540
* permanente	6,6780	16,1880	1,7200	1,7000
Residuo á 100°	30,7500	68,9860	14,3000	14,5000
Pérdida por calcinación	3,8000	9,9980	3,9800	4,6200
Acido nítrico	0,1370	0,4740	0,0720	0,0730
* nitroso	—	0,0020	—	—
* sulfúrico.	3,2896	0,1200	0,6860	0,6964
Oxido de calcio.	4,8200	13,4320	2,2700	2,2400
* * magnesio.	2,1740	0,3200	Rastros	Rastros
Amoniaco.	0,0150	0,0040	0,0040	0,0080
Cloro	3,6080	2,9700	1,7750	1,820
Permanganato potásico usado para oxidar la materia orgánica.	1,8920	0,7854	0,4428	0,4592
Oxígeno consumido con el mismo objeto.	0,4730	0,1963	0,1120	0,1148
Silice y silicatos inso- lubles.	6,8980	Rastros	Rastros	Rastros
Oxido férrico y alumi- nico.	2,1460	0,3976	Rastros	Rastros

De los análisis precedentes se ve resaltar la superioridad del agua de la napa semi-surgente de Asunción, así como la de la ciudad de Concordia. Un residuo total de 30 gramos por 100 litros de agua (que como se ve suele

de ríos, ó de la mayor ó menor cantidad de agua que se extrae, si se trata de pozos.

El agua del Río de La Plata, por ejemplo, varía en su residuo total á 100° por 100 litros, entre 19 y 30 gramos. Generalmente, sin embargo, esta cifra oscila alrededor de los 20 gramos. La napa semi-surgente, por su parte, deja un residuo de 50 á 90 gramos, pero en general oscila entre 60 y 80. Jamás se ha observado el menor inconveniente producido en la salud de los que toman estas aguas. Las mismas de la primera napa, que llegan á un residuo de 200 y más gramos, sólo producen ligeros desórdenes gástricos en los primeros días de su uso, para no causar después el menor inconveniente en los que las consumen.

No por eso, sin embargo, hemos de dejar de reconocer la superioridad de un agua que tiene un residuo de 15 gramos sobre de otra que tiene 80, sobre todo después de las demostraciones de Friedleben probando que las sales de calcio de las aguas no intervienen en la alimentación.

Todos los demás datos son completamente favorables á las muestras analizadas y sin titubear podemos clasificar las aguas de pozo semi-surgente de la Asunción mejores que las aguas corrientes que se distribuyen en la ciudad de Buenos Aires y mejores también que la de los pozos semi-surgentes de la misma.

La ciudad de La Plata se provee de agua de la napa semi-surgente desde su fundación y en la actualidad se ha dotado de agua á las parroquias de Flores y Belgrano de esta capital mediante dos pozos semi-surgentes, cuyos tubos son de 16 pulgadas de diámetro, proporcionando cada uno de cuatro á cinco mil metros cúbicos de líquido por día.

Hasta ahora ninguna queja, ni inconveniente alguno se ha producido con respecto á la calidad de agua así proveída.

El agua de pozo semi-surgente tiene la ventaja de poderse distribuir, sin necesidad de manipulaciones previas, tal como sale del pozo, mientras que el agua de nuestros ríos precisa procedimientos costosos para clarificarla, y así mismo no hay filtros que puedan dárnosla tan límpida como la anterior. Para conseguirlo, hay que recurrir á

sustancias químicas, tales como el alumbre ó el sulfato de alúmina, que si bien en nada perjudican á la bondad del líquido, hacen en cambio aumentar de mucho su costo.

Los filtros de la ciudad de Buenos Aires, cuya instalación y funcionamiento son tan perfectos como los mejores de Europa, dan sin embargo una agua completamente turbia, porque es tan extremada la tenuidad de la arcilla que tiene en suspensión el Río de La Plata, que no hay filtro que pueda detenerla, á menos que se empleen los de Chamberlain, imposible de adoptarse para la provisión de toda una ciudad.

El agua de los pozos semi-surgentes no tiene este defecto, y si bien algo más dura que la del río, no puede ser mejor como bebida y para los demás usos domésticos; pero ocurre preguntar:

¿Será inagotable el caudal de aguas subterráneas que corren bajo el suelo de la Asunción?

¿Puede garantizarse para siempre la no contaminación de esas aguas?

Hasta ahora la ciudad de La Plata nada ha tenido que desear en cuanto á la calidad y cantidad del agua que recibe de sus pozos semi-surgentes. El agua de Flores y Belgrano tampoco puede ser mejor.

En cambio, en otros puntos de la ciudad de Buenos Aires, en donde no llega el servicio de aguas corrientes, he podido notar en más de una ocasión la presencia de notable cantidad de ácido nítrico en el agua de la segunda napa que surte á muchísimas casas.

He podido también notar que cuando se extrae gran cantidad de agua del pozo del Mercado de Abasto desciende sensiblemente el nivel del agua de los pozos de la primera napa que se encuentran á sus alrededores. Lo cual prueba que en algunos puntos existen fisuras que ponen en comunicación la primera con la segunda napa, y como la primera está toda contaminada en la ciudad de Buenos Aires, (1) resulta así también parcialmente contaminada la segunda.

De esto se deduce que no carece de peligros el confiar

(1) El agua de los pozos de balde recientemente cavados en Liniers, en la parte que queda dentro del perímetro de la Capital Federal, es buena. Pero en esos parajes no hay población y no existen, ni han existido, letrinas ú otros focos de contaminación.

toda la provisión de agua de una ciudad á un pozo semi-surgente, porque, si llegara á contaminarse por cualquier circunstancia, resultaría que toda la ciudad tendría que beber agua contaminada.

Este peligro disminuiría si se confiara dicha provisión á varios pozos colocados en los extremos opuestos de la ciudad, porque la distancia que los separa impediría su mútua contaminación.

A más, existe siempre el recurso de ir hasta la tercera y cuarta napa, lo cual puede hacerse con los mismos pozos que ya existieran.

Pero así y con todo la prudencia no puede aconsejar que deba dependerse en absoluto de las aguas subterráneas para todo el consumo de una población, *que no tiene un sistema de cloacas y de desagües apropiado para hechar lejos todas las inmundicias y residuos animales, así como el agua de las lluvias que lavan la ciudad.* En la Asunción todo esto, ó es espontáneamente absorbido por la tierra, ó va á parar á letrinas y sumideros que están en comunicación directa con la primera napa de agua.

Repito, hasta ahora estos no son más que temores, con respecto á la Asunción, pues ya se ha visto que la calidad del agua de su napa semi-surgente es íamejorable.

A más, hoy por hoy la Asunción no puede elegir respecto de cual debe ser la fuente de su agua de consumo, pues los gastos de la instalación y mantenimiento para las maquinarias, túneles, filtros, etc., serían tan grandes que no puede pensarse en ello. Hay, pues, que recurrir al agua semi-surgente.

Quédanos ocuparnos del caudaloso río Paraguay. En cuanto al agua de los algibes, cuya contaminación revela á menudo el análisis, no carece de inconvenientes. Como agua llovida que es, carece de esa pequeña cantidad de sales cuya presencia concurre á la potabilidad de una agua; por su estancamiento, no tiene la aereación necesaria y, por falta del cuidado necesario, contiene á veces suciedades provenientes de los techos y de sus caños de desagüe, así como suele también estar contaminada por la proximidad de letrinas. A más, la provisión de agua á una entera ciudad por el sistema de algibes ó cisternas sería siempre costoso y deficiente.

Más fácil sería, pues, y más natural recurrir á las aguas del río.

Las ciudades de Corrientes, Paraná, Santa Fé, Rosario y Buenos Aires emplean de las aguas del río para su servicio público, y en verdad no tienen porqué arrepentirse de ello. Dichas aguas de consumo han sido analizadas mil veces con resultados satisfactorios. Bástanos, pues, para juzgar la bondad de las aguas de nuestro río, comparar su composición con la obtenida por el análisis para las del río Paraná y el de La Plata.

He presentado ya un análisis del agua que se distribuye en Buenos Aires en comparación con las de la napa semi-surgente de la misma ciudad, las de Concordia y las de la Asunción.

En el cuadro que sigue ofrezco el análisis completo que he practicado de las aguas de los ríos Paraguay, Paraná y de La Plata.

De estos análisis se ve claramente la contaminación de que son objeto las aguas en los puertos y á orillas de las grandes poblaciones. Lo revela así la presencia de una gran cantidad de materia orgánica y de amoníaco mineral y también de amoníaco albuminoide encontrada en los puertos de Villa Concepción, Asunción y Humaitá.

Las muestras provenientes del Paraná y Río de La Plata no han sido tomadas en los puertos sinó fuera de ellos. Presento pues sus análisis para que puedan servir de tipo para el caso presente, pues son consideradas *como buenas*.

También hay que tener presente que las muestras sobre que he trabajado, menos la del río Paraná, y de La Plata, no las he tomado personalmente, y que tal vez no siempre se han observado las debidas precauciones. En todo caso, pues, serían mejores y no peores de lo que el análisis las presenta.

Análisis de las aguas del río Paraguay en com

CONTENIDO EN 100 LITROS	MUESTRA TOMADA Y LA ALTURA DE VILLA CONCEPCIÓN	TOMADA EN EL PUERTO DE ASCUNCIÓN	ALGUNAS CUADRAS MAS ARRIBA DE ASCUNCIÓN Y LEJOS DE TODA CAUSA DE CONTAMINACIÓN	
Aspecto	Opalino	Opalino	Opalino no muy pronunciado	
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra	
Dureza {	Total (grados alemanes)	1.16000	2.10000	0.56000
	Temporaria	0.19500	0.28700	0.07000
	Permanente	0.96500	1.81300	0.49000
Substancias en suspensión	gramos	1.20600	1.82000	0.67540
Residuo á 100°		12.34800	14.71800	6.34580
Pérdida por calcinación		6.37000	6.78000	1.82000
Anhidrido silícico		Rastros	0.08760	Rastros
Oxido férrico		Rastros	0.02300	Rastros
" aluminico		Rastros	0.01850	Rastros
Acido nítrico		0.10800	0.14478	0.48636
" nitroso		—	—	—
" sulfúrico		0.55200	0.61200	0.18538
Oxido de calcio		1.06500	2.13420	0.56000
" de magnesio		Rastros	0.31703	0.10890
Amoníaco		0.03120	0.03500	0.06600
" albuminoide		0.01200	0.00260	0.00210
Cloro		1.67480	2.13465	0.35500
Permanganato potásico empleado para oxidar la materia orgánica.		5.37710	5.54000	1.73965
Oxígeno consumido con el mismo objeto.		1.36000	1.38500	0.44000
Gases disueltos (cálculo á 0° y 760 mm.)	Oxígeno cs. cs.	664.50000	680.00000	496.50000
	Ázoe cs. cs.	1797.80000	1960.50000	1540.00000
	Anhidrido carbónico	332.00000	384.00000	212.40000

paración con las del Paraná y Río de la Plata.

FRENTE A LA VILLA DEL PILAR EN LA CANAL.	TOMADA EN HUMAITÁ SOBRE LA COSTA.	TOMADA AGUAS ARRIBA DE HUMAITÁ EN PLENO RÍO	TOMADA ALGUNAS AGUAS MAS ABAJO DE HUMAITÁ EN PLENO RÍO	AGUA DEL RÍO PARANÁ, FRENTE A LA CIUDAD DEL MISMO NOMBRE	AGUA DEL RÍO DE LA PLATA
Opalino	Opalino	Opalino	Opalino	Opalino	Opalino
Neutra	Neutra	Neutra	Neutra	Neutra	Neutra
1.03000	1.40000	1.38200	1.15800	1.98200	4.60000
0.15000	0.17000	0.16800	0.69000	0.39700	0.75000
0.91000	1.23000	1.21400	0.46800	1.58500	3.85000
0.77680	1.13000	0.91400	0.98600	4.98200	4.12000
11.39862	17.18940	16.98700	11.50000	20.46700	26.08000
6.41046	9.86700	1.86643	0.87210	5.63800	3.72400
0.02312	Rastros	Rastros	Rastros	0.07462	0.23256
0.01823	Rastros	0.00850	Rastros	0.19654	0.02742
Rastros	Rastros	0.01220	Rastros	0.21033	0.08134
0.04952	0.05270	0.05113	0.04963	0.02794	0.09652
—	—	—	—	—	—
0.55124	0.71000	0.67342	0.16478	0.98654	2.11235
1.03583	1.46723	1.38200	0.60127	2.18400	2.06432
Rastros	0.26300	0.18640	0.11450	0.99860	1.02300
0.00084	0.03700	0.00420	0.00600	0.01200	0.01600
0.00022	0.00314	0.00310	0.00110	0.00211	0.00182
1.61875	2.14320	0.68430	0.97840	2.78500	2.89600
1.58000	5.96920	1.50480	1.48000	1.45498	1.12143
0.39500	1.49230	0.37620	0.37000	0.36800	0.28363
658.00000	740.50000	722.50000	620.00000	—	—
1670.50000	1885.60000	1436.00000	1398.50000	—	—
293.80000	415.23000	396.30000	212.80000	—	—

También aquí es de notarse que el residuo fijo que dejan las aguas del río Paraguay es menor que el que dejan las del río Paraná y de La Plata. Así, pues, tanto la napa semi-surgente de la Asunción como el río que bañan sus costas dan un agua con menos residuo total y menos dureza que la de la napa semi-surgente de Buenos Aires y los ríos Paraná y de La Plata. Ello está naturalmente en relación con la clase de tierras que dichas aguas atraviesan y no deja de ser una ventaja à nuestro favor, sobre todo por lo que respecta à ciertas industrias y à los generadores de vapor en general.

Por lo demás, basta comparar los análisis de las aguas del río Paraguay —*te muestras toma las en parajes alejados de toda causa de contaminación*— para convencerse que las de nuestro río son por lo menos iguales à las del Paraná y de La Plata.

Métodos para clarificar y purificar el agua.

ANTIGUAMENTE no era conocida la infección propiamente dicha, esto es, la trasmisión de enfermedades de naturaleza infecciosa por medio de los micro-organismos que las producen. Por eso los métodos de purificación para las aguas se dirigían tan sólo á clarificarlas, concretándose por lo tanto á una sencilla filtración, á través de cuerpos porosos ó de capas superpuestas de carbón, arena y pedregullo. De esta manera se separaba la mayor parte de las sustancias sólidas que el agua tenía en suspensión, y al mismo tiempo, mediante el empleo de carbón, se le liberaba de pequeñas cantidades de gases moféticos que pudiera contener disueltas.

Esto sin embargo no alcanza á llenar el objeto que debe proponerse una verdadera purificación, pues ella debe dirigirse también á la eliminación de los gérmenes infecciosos.

Desgraciadamente los métodos ahora en uso no pueden aún satisfacer por completo las exigencias de una buena profilaxia.

Los filtros de la ciudad de Buenos Aires, por ejemplo, consiguen separar hasta el noventa por ciento de los bacterios contenidos en el agua antes de la filtración. Si nó que raras veces esto sucede, llegando en cambio ocasiones en que sólo, un diez por ciento de los micro-organismos es retenido por los filtros, lo cual ha sido comprobado por numerosos análisis practicados por el malogrado Sr. Eugenio Cella, químico principal que fué de la Oficina Química Municipal de Buenos Aires.

La enorme diferencia en la eficacia de la filtración que así se manifiesta es debida sin duda á la mayor ó menor

velocidad con que se practica la operación y á la mayor ó menor limpieza de los filtros.

Los únicos filtros que hasta ahora pueden darnos una agua libre de bacterias son los de Chamberland-Pasteur, que consisten, como es sabido, en unas especies de bujías huecas de porcelana no barnizada, á través de cuyas paredes se ve obligado á pasar el líquido bajo la presión que lleva en las cañerías del servicio público.

Los poros de porcelana son tan diminutos, que sólo puede atravesarlos el agua, quedando así libre de toda sustancia sólida que contenga en suspensión. De esta manera queda el líquido exento por completo de microorganismos.

A pesar de ello, sin embargo, los numerosos análisis bacteriológicos practicados por empleados de la Oficina Química Municipal de Buenos Aires han demostrado que el agua obtenida de dichos filtros al cabo de algunos días de funcionamiento llegaba á tener mayor número de bacterias que la misma agua antes de ser filtrada.

Este hecho había sido ya notado por Küble, lo cual, agregado á las probabilidades que existen siempre de pequeños defectos en las bujías por deterioros durante el transporte, ó descuido al seleccionarlas después de su fabricación, han disminuído en mucho el prestigio de estos filtros y similares, como los de Nordmayer y otros.

En los casos en que la presencia de bacterias no es debida á malas condiciones del filtro (fisuras en la bugía, ó ajuste defectuoso de ella con el resto del aparato) solo puede suponerse ocasionado por el desarrollo de colonias que van efectuándose en el espesor de las paredes mismas de las bujías y por su contacto con el aire exterior. Teóricamente sin embargo el segundo caso no sería admisible, pues el filtro, por efecto de la misma filtración, está lavándose constantemente en la superficie exterior con agua libre de gérmenes.

De lo dicho se deduce, que para tener garantías del buen funcionamiento de estos filtros se impone su frecuente esterilización, lo cual se consigue haciéndolos hervir en agua durante una media hora cada dos ó tres días, procedimiento engorroso y que concluye por deteriorar el material en un plazo relativamente corto.

Después de los filtros sistema Pasteur viene el de la clarificación por el alumbre, como medio eficaz para purificar el agua.

El alumbre empleado en pequeñas dosis de cuatro á diez centigramos por litro, precipita todas las sustancias que existen en suspensión en el agua, las cuales arrastran también consigo buena parte de los bacterios contenidos en la misma.

El procedimiento ulterior se concreta á una simple decantación, si se dispone del tiempo suficiente para esperar que sea completa la precipitación, ó una sencilla filtración á través de arena, si no se dispone de tiempo.

Es preferible decantar el agua, tanto por que resulta más económico, cuanto porque en la filtración á través de la arena el agua se enriquece de nuevos gérmenes, á menos que se destruyeran los contenidos en aquella, mediante una calcinación prévia para cada filtración. Esta calcinación haría más engorroso y dispendioso el procedimiento, sin proporcionarnos así mismo un líquido completamente libre de bacterios.

Sólo queda el único y expeditivo medio de *hervir el agua* para tomarla libre de gérmenes. En una epidemia pues, en aquellos casos en que el agua puede ser un vehículo de contagio, *no hay más remedio que hervirla para ponerse al abrigo de todo temor por este lado.* No pidamos por lo tanto más de lo que puede pedirse á los diversos métodos de clarificación y purificación actualmente en uso.

Son buenos filtros también, dentro de los límites ya indicados: los de "*Micro-membrana*;" el de carbón *Maig-nen*; el de carbón y amianto, de que existen numerosas marcas ahora; el nuevo filtro alemán á base de hojas de papel de filtro que el agua atraviesa bajo presión. Pero estos aparatos están únicamente destinados para el uso particular, nó para la provisión de una entera ciudad.

Para el servicio público merecen ser citados el sistema rotativo Anderson y el filtro de M. Breyer.

El sistema Anderson funciona en tres secciones de París: Choisy-le-Roi, Neully-Sur-Marne y Nogent-sur-Marne.

Se basa este procedimiento en poner el agua en con-

tacto con numerosos y pequeños discos de fierro contenidos en unos cilindros también de fierro, llamados *revolvers*, que están en movimiento continuo para facilitar el contacto de toda el agua con los pequeños discos. Debido á este contacto las sales solubles se vuelven insolubles bajo el influjo de una aereación enérgica. Enseguida se decanta en grandes piletas especiales que comprenden: un llamado adelgazador, destinado á separar el precipitado más grueso; un estanque de precipitación y otro de decantación propiamente dicho. Después de esto se filtra el agua á través de aparatos formados de capas sucesivas (de abajo para arriba) de ladrillos porosos, de arena gruesa y de arena fina en tamaño decreciente.

Este procedimiento se ha adoptado también en Libourne (Gironde).

En Buenos Aires se han practicado ensayos por el sistema Anderson, con resultados comparables y talvez algo superiores á los que se obtienen con el método actualmente en uso, pero el agua obtenida nunca perdió por completo su aspecto opalino. A más los gastos de instalación y mantenimiento no son menores que los que exigen el antiguo sistema.

Filtro Breyer.—Este filtro, cuyo autor es el ingeniero austriaco M. Breyer, no exige grandes instalaciones, y es menos costoso que los filtros de arena. Las experiencias que se han hecho con él en París en 1895 han dado el resultado siguiente: Se tomó una agua de río turbia, otra en que se había desleído arcilla (sustancia que entorpece el funcionamiento de los mejores filtros) y una tercera teñida con añil.

Cerca de tres mil litros de agua en estas condiciones atravesaron el filtro en seis minutos quedando completamente límpidos y cristalinos.

El Sr. Breyer se sirve del amianto como materia filtrante y la caja de fierro destinada para el objeto contiene veinte filtros de dicha sustancia, representando una superficie útil de veinte metros cuadrados. De esta manera, con un aparato que ocupa un espacio poco mayor de un metro cúbico, se dispone de una superficie filtrante considerable.

Cada uno de estos aparatos puede proporcionar 500 metros cúbicos de agua filtrada en 24 horas.

Se asegura que uno solo de estos elementos Breyer, ligado con una bomba de mano, constituye el medio más eficaz para proveer de agua pura á las tropas en campaña. Basta sumergir el aparato en el agua que quiere filtrarse y hacer funcionar la bomba. El líquido, obligado á atravesar los filtros de amianto por la aspiración de la bomba, sale completamente límpido y cristalino.

Desde hacen muchos años ya se practica la filtración en gran escala en numerosas ciudades. En Londres se emplea con este objeto los filtros de arena desde 1893. Los mismos fueron adoptados en Berlín, Varsovia, Annovers, Altona, Zurich, Amburgo, Koenigsberg, Buenos Aires y Paraná. Las galerías filtrantes, en que se hace pasar el agua á través de túneles sub-fluviales hechos con ladrillos porosos, se usan en Nancy, Tolosa, Lyon, Angers, Florencia y parcialmente también en Buenos Aires. Los filtros de piedra artificial se utilizan en Worms.

Según M. Bechmann en 1892 noventa y cinco ciudades de Francia filtraban el agua destinada para el consumo de sus habitantes y según los sistemas empleados por cada una de ellas se dividían de la siguiente manera:

18 ciudades, con 381,251 habitantes, emplean la simple decantación.					
20	"	"	941,713	"	" galerías filtrantes.
2	"	"	43,900	"	" pozos filtrantes.
8	"	"	102,714	"	" filtros de arena y pedregullo.
15	"	"	189,609	"	" filtros de arena, pedregullo y carbón.
32	"	"	500,651	"	" diversos procedimientos.

La bondad de todos estos sistemas es indudable, pues mejoran seguramente muchísimo las aguas de consumo. Bajo el punto de vista bacteriológico, sin embargo, ya he dicho que ninguno ofrece la menor garantía de eficacia.

Se ha en-ayado también, con resultados muy halagüeños, en Europa y Norte América, la esterilización del agua por medio de la electricidad. Falta ver si el procedimiento sería ventajoso tratándose de todo el servicio de una ciudad. Mientras tanto lo hecho á este respecto no pasa hasta ahora de simples ensayos. (1)

(1) El distinguido físico holandés Tyndall ha hecho pasar aire electrizado mediante una corriente de 10,000 á 30,000 volts á través de una cantidad de agua turbia é intensa-

Para lo que ha sido ya adoptado el empleo de la corriente eléctrica es para la depuración de las aguas cloacales. M. Webster propuso este procedimiento, haciendo pasar en el seno del líquido cloacal una corriente producida por un dinamo, valiéndose de un cilindro de carbón para el electrodo positivo y otro de fierro para el negativo.

Se forma así óxido ferroso que arrastra hacia la superficie la materia orgánica en suspensión, constituyendo con ella una espuma que se hace salir por un canal. De esta manera el líquido cloacal queda claro é inodoro, conservando cuando más un ligero aspecto blanquecino ú ceroso.

El procedimiento Webster se emplea en la ciudad de *Leeds*.

Otro procedimiento el de E. Hermite ha sido también adoptado en varias localidades. En él, la corriente eléctrica, nos la proporciona también un dinamo. El polo positivo lo forman varios hilos de platino y el polo negativo láminas de zinc. Hay que agregar al líquido cloacal un poco de cloruro de cal ó de sodio al someterlo á la corriente. Se forma en estas condiciones un compuesto oxigenado de cloro en el polo positivo y en el negativo un óxido metálico que produce la precipitación de la materia orgánica.

Hay también otros procedimientos en que se hace pasar el agua, cargándola previamente de anhídrico carbónico, por recipientes que contienen numerosos *pares zinc-cobre*.

Para concluir agregaré á lo dicho que si yo tuviera que aconsejar un método para la clarificación y purificación del agua del río Paraguay ú otras análogas, propondría el empleo del alumbre, seguido de la decantación después de un reposo de 48 horas. Dicho procedimiento proporciona siempre una agua clara, produciendo también una notable disminución en el número de bacterios existentes antes del tratamiento. Esta constancia en los resultados no la obtendríamos con ningún otro método.

Transcribiré finalmente las conclusiones á que llegó la Municipalidad de París en un concurso abierto para los procedimientos de purificación y exterilización de las aguas

mente contaminada, contenida en un recipiente de vidrio. El ozono producido así, dejó completamente estéril el agua y al mismo tiempo transparente. El Dr. Roux en 1895 preconizó del mismo modo la *ozonificación* del agua para exterilizarla, por más contaminada que esté, y transformarla así en agua potable.

de río. Las tomo de la comunicación del Dr. Martín, con cuyos términos deja él expuesto el estado de la cuestión en 1896. Dicen así :

- 1.º — El concurso abierto por la ciudad de París, con el objeto de buscar el mejor método de purificación ó de esterilización del agua de río destinada á la alimentación de una ciudad ó de grandes establecimientos, prueba de una vez más que hasta el presente es de todo punto imposible obtener con filtro alguno, grande ó pequeño, y de una manera permanente, una agua comparable á la de manantial, bien elegida, convenientemente distribuida y suficientemente protegida. La verdadera purificación del agua destinado para bebida consiste en proveerla de manantial.
- 2.º — Las condiciones actuales de alimentación de París en aguas potables hacen necesaria, sobre todo para remediar por el momento á la insuficiencia del aprovisionamiento de agua de manantial, la instalación de aparatos susceptibles de asegurar la toma más conveniente, la mayor purificación y mejor distribución posible del agua de río.»
- 3.º — El único procedimiento que parece actualmente aplicable á la filtración en grande de toda ó parte del agua de alimentación de una ciudad consiste en la filtración por arena, con ó sin el empleo de procedimientos de oxidación de la materia orgánica, mediante la adición de reactivos inofensivos y empleando ó no piletas de decantación.»
- 4.º — Cualquiera sea el procedimiento adoptado, debe quedar sometido á una vigilancia constante, tanto bajo el punto de vista de su funcionamiento técnico como del de su análisis químico y bacteriológico. Las disposiciones deben ser tales que, si una porción cualquiera de los filtros se hace defectuosa ó sospechosa, puede ser inmediatamente suprimida y reemplazada.
- 5.º — Cuando en una aglomeración limitada de personas, tal como una escuela, un cuartel, un hospital, el agua distribuida se hace sospechosa ó manifiestamente contaminada, se hace entonces necesario, si se le destina para bebida, hervirla y depositarla en paraje aereado y al abrigo del polvo atmosférico. Es conveniente en estos casos eliminar todo procedimiento de filtración ó purificación hasta ahora conocido, cuyos medios de conservación, limpieza y vigilancia son practicamente irrealizables.»

Lo que se deduce de estas conclusiones es sencillamente lo siguiente: No existe ningún filtro que ofrezca garantías de verdadera eficacia bajo el punto de vista bacteriológico y que en caso de contaminación no hay más remedio que hervir el agua.

En cuanto á la preferencia que se dá á la filtración por arena para las aguas del río, yo insisto en el tratamiento por el alumbre, y suficiente reposo y decantación, porque su superioridad la considero bien establecida ya por las numerosas experiencias, en pequeño y en grande, que he presenciado y que he practicado yo mismo.

El Dr. Pedro N. Arata, Gefe de la Oficina Química Municipal de Buenos Aires, después de numerosas experiencias practicadas personalmente, fué el primero en aconsejar el empleo de esta sal para las aguas corrientes de la Capital Federal, indicando también las cantidades necesarias de la misma. Con todo, el procedimiento era conocido ya y empleado desde hacen varios siglos en China, de donde pasó á Europa y de ahí, á América.

Pozos Surgentes y Semi-surgentes.

EL principio sobre que se basan estos pozos es muy sencillo: Se trata tan solo de abrir una salida en los valles à las aguas provenientes de las montañas y que corren por sobre su lecho impermeable de arcilla à mayor ó menor profundidad de la superficie. El agua subterránea que descende à menudo de las grandes alturas (lluvias ó deshielos en las montañas), corre por el subsuelo comprimida à veces entre dos capas impermeables. El líquido entonces sale con fuerza por el agujero practicado con la sonda, elevándose à mayor ó menor altura sobre la superficie del suelo. Tendríamos así un pozo surgente. Los manantiales en que vemos brotar espontáneamente el agua de las entrañas de la tierra, obedecen al mismo principio hidrostático. Son pues pozos surgentes naturales, ó, más propiamente dicho, los pozos surgentes son manantiales abiertos artificialmente.

Otras veces, y es lo general, el agua no llega hasta la superficie, siendo necesario elevarla por medio de una bomba. Estos son los llamados pozos semi-surgentes. El nivel de origen de sus aguas no es bastante elevado ó su volumen no es suficiente para que, comprimidas entre dos capas impermeables, se precipiten por la primer abertura, elevándose hasta alcanzar el nivel primitivo superior al del paraje en que se ha practicado el pozo.

Casi la totalidad de los pozos, debidos al sistema de perforación artesiana, que existen en el Paraguay, República Argentina y Oriental pertenecen à los semi-surgentes. Sus aguas son frescas, cristalinas y de sabor agradable. No cortan el jabón, ó apenas lo hacen, y cuecen bien las verduras. Ellas à más son asépticas, como ha podido com-

probarse en numerosos análisis practicados en la Oficina Química Municipal de Buenos Aires, hecho que por otra parte Fränkel admite para todas las aguas subterráneas, á menos que estuvieran contaminadas por infiltraciones de pozos ciegos, estercoleros, etc. Aún en estos casos hay que tener presente la acción filtrante de la enorme masa de arena que estas aguas tienen que atravesar y que concluye por retener todas las sustancias que el líquido pudiera llevar en suspensión, aún los bacterios. Este hecho yo mismo he podido ponerlo en evidencia en más de una ocasión, encontrando aséptica hasta *aguas de pozo semi-surgente que contenían ácido nítrico en notable cantidad y que por lo tanto demostraban la presencia de una contaminación más ó menos reciente*. Por otra parte, siempre he podido constatar mayor cantidad de bacterios en las muestras de agua semi-surgente que en las del agua corriente, tomadas en las mismas condiciones, es decir en las condiciones en que se consumen, y practica las las siembras pocas horas después de la toma de muestras.

Esto prueba que las aguas de pozo semi-surgente, aún en los casos en que han acusado la presencia de pequeñas cantidades de ácido nítrico, han podido ser consideradas tan aptas para el consumo como el agua corriente que se distribuye á la población de Buenos Aires.

En vista de lo dicho podemos considerar suficiente, en la mayor parte de los casos, la filtración subterránea que experimentan las aguas de las napas profundas para privarlas de la presencia de todos los gérmenes patógenos, que pudieran haber adquirido por contaminación.

A pesar de ello, sin embargo, no sería prudente permitir el consumo de una agua declarada sospechosa por el análisis, sin someterla previamente á un detenido examen bacteriológico, porque podría suceder que, debido á un foco de contaminación muy próximo, el espesor de arena que ha atravesado el líquido antes de ser extraído, no haya sido suficiente para su filtración perfecta, ó que aguas contaminadas de la primera napa se hayan mezclado directamente con las de la segunda en el mismo punto de extracción, por culpa de deterioros en las cañerías ó defectos de construcción.

En verdad no ha sucedido hasta ahora que el agua

de un pozo semi-surgente haya sido causa de enfermedades infecciosas. Voy á relatar sin embargo un hecho, que se refiere á aguas comparables hasta cierto punto con las de pozos semi-surgentes, que contradice mi opinión respecto á la eficacia de la filtración subterránea. Afortunadamente es un hecho aislado ó por lo menos, ningún otro ha sido rigurosamente comprobado, mientras la observación diaria y las experiencias de laboratorio concuerdan en confirmar la asepsia de las aguas subterráneas de las napas profundas y la eficacia de las espesas capas de arena para detener los bacterios.

He aquí el hecho á que me refiero y que transcribo de la erudita obra de los Sres. A. E. Salazar y C. Newman, titulada "*Exámen Químico y Bacteriológico de las Aguas Potables.*" (Londres, Burns y Oates):

«El 7 de Agosto de 1873, estalló en Lausen; lugarejo del cantón de Basilea, en Suiza, una epidemia de fiebre tifoidea, de la que solo escaparon seis casas en un total de *noventa*, con la particularidad de que aquellas eran las únicas que no se surtían del agua pública. La cual por provenir de unas vertientes nacidas en la falda de la montaña de Stockhalden, y llevada al abrigo de toda contaminación á un depósito especial, no podía dar lugar á sospechas de que fuese causante del mal. Sin embargo, habíase descubierto años atrás que dichas vertientes estaban en comunicación subterránea con el arroyo «Furlerthal», del valle situado al otro lado de la montaña, á través de más de un kilómetro de terreno; y averiguose después que tres semanas antes del comienzo de la epidemia había ocurrido un caso de fiebre en una casa, cuyos desperdicios iban á parar al nombrado arroyo, infectando las aguas de éste, y por consiguiente las de la población de Lausen. En el hoyo en que se perdía el Furlerthal echáronse, previamente disueltos 18 quintales de sal, y el agua de Lausen se tornó algo salada. En cambio, reemplazando la sal por harina, ni vestigios de ésta aparecieron por el otro lado: *lo que prueba que el agua solo pasaba después de experimentar una perfecta filtración natural.* El caso descrito, laboriosamente investigado por el Dr. Hägler de Basilea, probaba sin lugar á dudas que el «veneno de la fiebre» había sido llevado por el agua á la población víctima de la epidemia y, cosa muy digna de notarse, que una filtración tan completa como aquella, en nada alteraba al dicho veneno.»

Mientras tanto Grancher y Deschamps (Recherches sur le bacille tiphique dans le Arch. de Med. Exp. et d'Anat. Path., Tomo I, 1889, pág. 33) en Francia llegaron á conclusiones experimentales enteramente favorables á mi opinión,

valiéndose al efecto de cilindros de zinc, de 2 mts. 40 cent. de altura, en el interior de los cuales se habían reproducido fielmente cinco capas sucesivas del terreno de Achères, en diferentes condiciones de humedad, de compresión de la tierra, etc. Vertiendo en la parte superior cultivos puros artificiales del bacilo de Eberth, y después, con diversos intervalos, agua esterilizada, en ninguno de los dos experimentos pudieron encontrar en el agua de filtración el mencionado germen.

Algunos bacteriólogos observan que tal vez los resultados de estas experiencias hubieran sido diferentes si en lugar de emplearse cultivos artificiales se hubiesen empleado directamente las deyecciones de un dotinent rico, porque es de suponerse, dicen, que alcanzando el bacilus de Eberth su máximun de virulencia en el organismo humano, también puede suponérsele el máximun de resistencia, y que por consiguiente pudiera resistir á la filtración mejor en estas condiciones que bajo las de los cultivos artificiales.

Por mi parte creo sencillamente que en el caso de Lausen, las aguas del arroyo Fúrlerthal no han pasado á través de una capa de arena suficiente para su perfecta filtración, á pesar del kilómetro de tierra que las separa del manantial que surtía á dicha población, pues sucede á menudo que las aguas abren conductos subterráneos, pasando entonces por encima de la arena en lugar de atravesarla. El hecho de que la harina echada en el Fúrlerthal no pasaba del otro lado, poco prueba, pues la más sencilla filtración (bastaría una capa de pocos centímetros de arena), es suficiente para retener dicha sustancia.

Con todo, el hecho relatado basta para ponernos sobre aviso y poder evitar con tiempo desagradables sorpresas. Se impone por consiguiente el análisis periódico de las aguas que se consumen en toda población, como desde hace veinte años se practica en Buenos aires bajo la sabia dirección del Dr. Arata, y cuando el análisis químico las declare *sospechosas*, deben someterseles inmediatamente al bacteriológico, ó, como se acostumbra en muchas partes, prohibir sin más su empleo. Este procedimiento sería tal vez el más práctico, en vista sobre todo de la dificultad que existe para comprobar la presencia del bacilus Eberth, al que debemos la propagación del tífus, cuyos estragos

podrían evitarse con un poco más de rigor respecto de las aguas de consumo.

Bastaría á mí entender que en la investigación bacteriológica los cultivos sobre papas correspondieran á la forma que toman los del bacillus de Eberth, para declarar la presencia de este micro-organismo.

Estoy lejos de creer que esta reacción pueda tomarse realmente como definitiva, pero, á falta de otras y cuando el análisis químico ha demostrado la presencia de una contaminación, se impone indudablemente el rechazo de una agua vehementemente sospechosa. (1)

Como se ve de lo expuesto, el temor de una infección por el uso del agua de la napa semi-surgente no tiene hasta ahora fundamento alguno y en cuanto á la naturaleza y cantidad de sales que tiene en solución, puede contárselas, sobre todo refiriéndonos á las de la Asunción, entre las mejores de que pueda proveerse una población.

Siempre, pues, que se eliminen todas las causas posibles de toda contaminación, mediante una red de cloacas, cuyos servicios se extiendan á toda la ciudad, y prohibiendo en absoluto la construcción de pozos ciegos y absorven-

(1) Fraenkel, del Instituto Higiénico de Berlín, considera perfectamente suficiente la reacción de cultivo sobre la papa, siempre que el conjunto de los caracteres morfológicos y biológicos concuerden con ella. Del mismo modo piensan Chantemesse y Vidal en Francia. En cambio Kowalski, Fodor, Emmerich, Trillich y otros no aceptan este reactivo como decisivo. Miquel en el número de los Anales del Observatorio de Montsouris correspondiente al año de 1888 dice lo siguiente: «Conozco por mi parte tres especies de bacillus aislados de las aguas, del aire y del barro de París, cuya semejanza con el bacillus del tífus es perfecta, y cuyo cultivo sobre la gelatina, la papa, las inoculaciones producen resultados absolutamente semejantes.» Según Miquel, pues, que es una verdadera autoridad en la materia, las mismas inoculaciones no constituyen un reactivo suficiente para poder asegurar la presencia del bacillus de Eberth. En contra de este excepticismo, Bormans, que ha estudiado recientemente todas las reacciones de cultivo con que los diversos autores han creído poder afirmar la identificación de este micro-organismo, llega á la conclusión de que es perfectamente posible el identificarlo sabiendo asociar debidamente dichos métodos. Respecto del cultivo sobre papas, lo cree deficiente y dice que él mismo (Revista d'Igiene e Sanità Pública, 1902) aisló de los líquidos de un feto expulsado por una tifoidea un *bacillus tífico*; lo cultivó sobre papa y observó que se comportaba de una manera idéntica al *bacillus coli* por el aspecto del cultivo. El profesor Abba en su obra "Microscopia e Bacteriologia Applicata All'Igiene" (Torino 1902), citando los mismos trabajos de Bormans, llega á esta conclusión: "El criterio, pues, basado sobre el aspecto del cultivo sobre papas ha perdido casi todo el valor diagnóstico."

tes, (2) no debe titubearse en adoptar los pozos semi-surgentes como medio de provisión pública.

En cuanto á los pozos surgentes poco tengo que decir respecto de ellos, pues no sé que en alguna perforación se haya dado en el Paraguay con la napa que les puede dar origen. Respecto de la profundidad á que dicha napa puede encontrarse, ello depende, como ya lo he dicho, de la mayor ó menor elevación de los puntos de proveniencia de las aguas, de la naturaleza, extensión y disposición de las capas permeables en cuyo medio circula el líquido y, sobre todo, de las impermeables, entre las que el mismo se encuentra comprimido.

Ocurre algunas veces que la sonda encuentra sucesivamente muchas capas de agua situadas á alturas diferentes. En algunos sondajes practicados para descubrir los yacimientos de hulla, se han encontrado hasta siete corrientes superpuestas y separadas naturalmente entre sí por capas de terreno impermeables.

Los terrenos secundarios son los más adecuados para practicar los pozos artesianos, siguiendo después los terciarios.

En la sección Palermo, de la ciudad de Buenos Aires, el Sr. Bonelli, construyó un pozo artesiano de solo 27 metros de profundidad, cuyas aguas se elevaron á un par de metros durante unos cinco ó seis días, después de los cuales fué perdiendo el chorro su fuerza ascensional hasta quedar convertido el pozo, después de otros tantos días, en un simple pozo semi-surgente.

La composición del agua de este pozo se diferencia (por lo menos se diferenciaba en la época en que practiqué el análisis) de las aguas de los otros pozos semi-surgentes en que contiene un pozo de bicarbonato de soda y anhídrido carbónico libre, como puede verse del siguiente análisis:

(2) El H. Congreso Argentino, en vista de la contaminación manifiesta de algunos pozos semi-surgentes de la Capital, revelada por numerosos análisis practicados por la Oficina Química Municipal, acaba de dictar por indicación del Dr. Arata, una ley prohibiendo bajo penas muy severas la construcción de pozos ciegos y absorbentes en todo el Municipio de Buenos Aires.

ANÁLISIS PUBLICADOS EN LA REVISTA DE QUÍMICA Y FARMACIA.

CONTENIDO EN 100 LITROS	AGUA DEL POZO COM- PARSO POR EL SEÑOR BASTILLI	AGUA DEL POZO SURGENTE DE LA CASA AGUIRRE 55
Dureza total.	23.500	24.000
• temporaria.	14.000	14.500
• permanente.	9.500	9.500
Residuo á 100°.	66.950	71.680
Pérdida por calcinación.	8.986	10.410
Acido nítrico.	0.898	0.260
• nitroso.	0.000	0.000
• sulfúrico.	0.898	0.260
Oxido de calcio.	9.753	14.836
• de magnesio.	1.684	0.180
• de fierro y alúmina.	0.230	0.866
Sílice.	0.540	0.132
Cloro.	1.065	2.970
Amoniaco.	0.004	0.004
Bicarbonato de soda.	4.062	No hay
Acido carbónico libre.	No hay	- -
Permanganato potásico empleado para oxidar la materia orgánica.	0.6052	0.785
Oxigeno consumido con el mismo objeto.	0.176	0.126

Pozo verdaderamente surgente, conozco uno solo en Buenos Aires, en la sección Boca. Sus aguas contienen una

(que suministra de 7 á 8 mil metros cúbicos de agua diarios, con una profundidad de 586 metros), sus aguas tienen una temperatura de 28°; el de *Genelde*, (París), con 545 metros, da agua á 27°; el de *S. Louis*, (Misouri, Estados Unidos), que es el más profundo de los conocidos, de 1152 metros, da agua á 41.°

Por lo que respecta la temperatura del agua de los pozos semi-surgentes de Buenos Aires, no pasa de 9° á 9° 5. Temperatura que al lado de sus demás condiciones de potabilidad la hacen por cierto muy agradable.

Criterio para juzgar la potabilidad de las aguas por sus caracteres generales y por los datos del análisis químico y bacteriológico.

ANTES de someter una agua al análisis no debe prescindirse del estudio de ciertos caracteres físicos y organolépticos. Es así que debe hacerse constar si es ó nó límpida, así como su olor y su sabor; si tiene sustancias en suspensión (1) y si el origen de éstas es vegetal ó animal; estudiar al microscopio el depósito que deja por el reposo, investigando la presencia de diatomeas, de infusorios, de esporos, de huevos de tenia, etc., etc.

Este análisis preliminar es tanto más necesario en cuanto que todo el mundo sabe que una agua que no puede alimentar moluscos y que no contiene ninguna panerogánea es una agua impropia para la alimentación.

Según Mr. Gerardin las buenas aguas solo deben contener algas verdes, y las malas son tanto peores cuanto menor es el tamaño de las bacteriáceas que contienen.

Bajo este punto de vista él establece la siguiente clasificación:

AGUAS POTABLES	}	Algas verdes	1	Reino de los cladophora.
			2	" " " sygenemas.
			3	" " " rhynchonema.
AGUAS NO POTABLES	}	Algas blancas	4	" " " hypheothrix.
			5	" " " beggyatoa.
			6	" " " vibriones.

(1) Macnamara, en su octava comunicación sobre las aguas potables de Bengala, cita la diarrea de Dhurmsale como producida por finísimas escamas de mica suspendidas en el agua bebida.

Tampoco debe descuidarse el estudio de la fauna acuática, pues ella también puede proporcionarnos elementos para la clasificación; así, por ejemplo, una agua rica en infusorios debe rechazarse, por que estos no se desarrollan si no en aguas cargadas de materia orgánica, lo mismo que las angulas y las moneras.

Con todo, el análisis químico sería suficiente para darnos à conocer la impotabilidad de estas aguas, sobre todo por la cantidad de materia orgánica que nos revelaría y por la disminución de oxígeno, debida à la oxidación de la misma materia orgánica en descomposición.

En el verano de 1893 se me hizo notar sobre la superficie de las aguas de la Boca del Riachuelo, en Buenos Aires, una gran cantidad de peces muertos. Se me ocurrió naturalmente el practicar un análisis minucioso de las mismas, el cual arrojó el siguiente resultado:

Dureza total	6.802
» temporaria	6.453
» permanente	0.352
Residuo à 100° (en 100 litros)	151.59300
Pérdida por calcinación	18.64000
Ácido nítrico	0.21860
» nítrico	0.03300
» sulfúrico	26.96400
Óxido de calcio	5.89600
» magnesio	2.06100
Amoniaco	0.25000
Cloro	35.42346
Permanganato potásico, usado para oxidar la materia orgánica	6.21644
Oxígeno consumido con el mismo objeto	1.55411
Oxígeno es. es. (calculados à 0.760)	259.3000
Gases disueltos { Azoe	129.59333
{ Anhidrido carbónico	1633.00000
{ Gas de los pantanos (metano)	CONTIENE

Basta fijarse en las cantidades de ácido nítrico, amoniaco y materia orgánica que arroja este análisis para comprender que no solamente semejante agua es impotable sino que difícilmente puede darse otra peor. En cuanto à la muerte de los peces, debe mas bien atribuirse à la falta de oxígeno que à la acción directa de agentes mórbidos, por lo menos lo primero es suficiente para explicar el hecho.

El calor, unido à la falta de movimiento de esas aguas, que casi pueden considerarse como estancadas, han favore-

cido la putrefacción de la materia orgánica, disminuyendo por consiguiente, como el análisis lo revela, la cantidad de oxígeno disuelto. Esto no quiere decir, sin embargo, que no puedan existir en dichas aguas *gérmenes patógenos*, por más que hasta el presente las investigaciones bacteriológicas no los han evidenciado.

Actualmente numerosos análisis practicados de las aguas del mismo Riachuelo por los químicos Sr. Chines-trad y Dr. Lanzarini, que forman parte de una Comisión especial, bajo la presidencia del Dr. Pedro N. Arata, nombrada especialmente por el Gobierno Argentino para el estudio de estas aguas, demuestran que la contaminación no está muy lejos de ser la que yo encontré en el verano de 1893. La falta de ácido nitroso sin embargo, ó su escasa proporción actual, demuestran que no es muy activa la descomposición de la materia orgánica y por consiguiente el oxígeno necesario para su oxidación no es tanto como para desoxidar el agua al punto de determinar la muerte de los peces.

El estudio propiamente químico de las aguas, sin embargo, no siempre basta para establecer con rigor su absoluta pureza. Un buen análisis, pues, á más de las anotaciones generales que nos sugiera su observación directa, debe también ir acompañado de un estudio bacteriológico minucioso.

«El análisis bacteriológico de las aguas, dicen Girard y Dupré, se ha hecho un complemento indispensable del examen químico, después que se ha señalado en las aguas potables la presencia de gérmenes patógenos.»

«La etiología de la fiebre tifoidea, del cólera y de la disentería, para no hablar mas que de las afecciones cuyo medio de trasmisión por el agua está únicamente reconocido, ha hecho resaltar la imperiosa necesidad de no contentarse mas con el solo análisis químico antes de pronunciarse respecto de la potabilidad de una agua.» (Analyse des Matieres Alimentaires. París 1894.

A veces, sin embargo, ni aún así, puede llegarse á resultados realmente satisfactorios, pues no son pocos los casos en que no se ha podido comprobar la presencia de bacterias patógenas en aguas que sin embargo han sido la causa indudable de la infección.

En vista de estas dificultades se había adoptado el sistema, muy cómodo y expeditivo por cierto, de calcular el número de colonias contenidas en un c. c. de agua. Pasando de ciertos límites en la cantidad de colonias encontradas, el agua era declarada mala. Mas estudios ulteriores han demostrado que muchas veces esos bacterios, contenidos normalmente en el agua, eran *saprófitos*, (1) micro-organismos que contribuyen á la *autopurificación* del mismo líquido. Por consiguiente su presencia, lejos de ser temible, es benéfica.

Proskauer indicaba como cantidad máxima de colonias tolerable la de 300 por c. c. Para Emmerich y Trillich la de 200 era ya sospechosa y hacía necesario un análisis cualitativo minucioso. Miquel en cambio admite cifras mucho más elevadas, proponiendo la siguiente clasificación:

Agua excesivamente pura de 0 á 10 bacterios por c. ³				
» muy pura	» 10	» 100	»	»
» mediocre	» 100	» 1000	»	»
» impura	» 1000	» 10.000	»	»
» muy impura	» 100.000	para arriba.		

Por mi parte, en los análisis que he hecho de las aguas tomadas de las canillas de la provisión de Buenos Aires he llegado á contar á menudo 700, 800 y hasta 1000 y más colonias por c. c. á los ocho días de practicadas las siembras sobre gelatina. Esta citra ha llegado á elevarse arriba de diez mil colonias cuando se ha demorado la siembra unas cuarenta y ocho horas de extraída el agua de las canillas, por mas que se le hubiera guardado en recipientes bien limpios, lo cual prueba la poca importancia que puede atribuirse al método.

Se comprende de que yo no haya procedido á igual

(1) *SAPRÓS* = podrido : *PHYTON* = vegetal—Esquizomicetas bacteriáceas con escasa porción de clorófica, que no pueden sostenerse con la cantidad exigua de materia orgánica formada por la asimilación lenta y que por lo mismo necesitan alimento orgánico, apoderándose del que encuentran á su derredor, ya bajo la forma de materia orgánica disuelta ó en suspensión en las aguas, ya de los mismos bacterios de otras especies que llegan á su alcance. Estos micro-organismos, pues, que se encuentran en un medio que les es propio destruyen los que accidentalmente invaden su dominio, apoderándose de la materia orgánica que los alimenta y de la misma que los constituye. Por eso es difícil y poco duradera la vida de los bacterios patógenos en una agua de medianas condiciones de potabilidad.

análisis con las muestras recibidas del Paraguay, tomadas sin las minuciosas precauciones que el caso requiere y que tendrían, las que menos, más de quince días de recogidas.

La verdadera importancia del examen bacteriológico consiste en la determinación de los gérmenes patógenos. Pero esto es á menudo difícil de poder conseguir.

Reliere M. Trillich que «cuando dominaba el cólera en la ciudad de Palermo (Italia), Buchner, Emmerich y Leone no pudieron encontrar los correspondientes vibriones en el agua potable, por más que la investigación se llevara á cabo en todos los pozos de la ciudad.»

«Peor aun, añade, se encuentra la cuestión respecto de la pretendida constatación de los bacilos del tifus en las aguas del pozo. Hoy no es todavía posible el diagnosticar con completa seguridad la existencia de bacilos tifógenos en el agua ó en el suelo. Se pretende actualmente tomar los cultivos sobre papas como suficientes para formar un criterio seguro para la identificación de los bacilos del tifus, y si el bacilo encontrado en el agua se desarrolla sobre la papa del mismo modo que estos, se dice: He aquí probada la presencia del bacilus tífico. Existen, sin embargo, normalmente bacterios en el agua y en el suelo que tanto en las placas de gelatina como en los cultivos por inición, etc. presentan caracteres de desarrollo exatamente iguales á los del bacilus tífico.»

«Puesto que las experiencias sobre animales, tan demostrativa para ótros géneros de bacterios patógenos, no pueden ser utilizadas para la identificación de los bacilos tíficos, y puesto que las propiedades vegetativas de los bacterios saprófitos semejantes morfológicamente y biológicamente á los bacilos patógenos, no han sido aun suficientemente estudiados, por lo tanto debe ponerse muy en duda la exactitud de la experiencia con que se ha asegurado haberse demostrado la presencia de estos bacilos en el agua de pozo, y no se puede deducir de las mismas apoyo alguno para probar la importancia del papel etiológico del agua potable. Emmerich y Karlinski, en ocasión de la aparición de un foco epidémico tifoso en Passan, en 1889, procediendo al examen del agua sospechosa, *viéron fallar todas las investigaciones* llevadas á cabo para descubrir la presencia en la misma del bacilus del tifus.»

Mas adelante agrega el mismo autor: «Si bien es cierto que las aguas potables no producen infecciones (1) como resulta también de las experiencias epidemiológicas llevadas á cabo en la India y en Europa, debe considerarse sin embargo una de las mayores necesidades higiénicas el poder disponer de agua pura, puesto que todos los elementos destinados á la alimentación, tienen que ser puros y apetecibles y puesto que el agua pura, cuando se puede disponer de ella en gran cantidad para todos los pisos de las casas, es un medio poderoso para favorecer la limpieza general.»

A pesar de las opiniones de este sabio investigador, están hoy contestes en su mayoría los higienistas en atribuir la investigación de ciertas enfermedades infecciosas, como el cólera, el tifus, la disenteria, etc, al uso de aguas contaminadas. (2) Así como también se sabe desde hace mucho tiempo que la presencia ó proporción de algunas sales minerales convierten una agua en impropia para la alimentación.

Bajo el punto de vista químico, sus procedimientos analíticos son ahora tan exactos, que con seguridad puede clasificarse si una agua es ó no apta para el consumo. Puede á más revelarnos el análisis si la misma está ó no contaminada por residuos de la vida orgánica animal, lo cual es ya un gran paso en pro de la higiene, puesto que, desechada una agua así declarada sospechosa, desaparece todo temor de infección.

(1) Esta afirmación es indudablemente demasiado categórica y está invalidada por numerosas observaciones epidemiológicas que no puedan caracterizarse á menudísimo gérmenes patógenos en una agua, cuando los que la beben se enferman de tal ó cual enfermedad infecciosa, no quiere decir que no existan, si no que las dificultades de que está erizada esta clase de trabajos no han permitido su constatación. Agrega el mismo Dr Trillich que « Los vibriones del cólera, aunque se siembrán en los pozos en cantidades colosales, después de 24 horas desaparecen, es decir mueren. Ninguna especie patógena de bacterias es capaz de multiplicarse en el agua y al contrario todas perecen más ó menos pronto.» Habría que ver la naturaleza del agua en que se han efectuado estas siembras, por que si el agua es muy pura es fácil comprender que no pueden prosperar en ella estos microbios, aunque también puede suponerse que no se hayan encontrado á pesar de existir, puesto que es sabido que estos análisis se practican sobre pequeñísimas cantidades de líquido.

(2) El sexto Congreso Internacional de Viena volvió á afirmar en septiembre de 1887, el hecho de la transmisibilidad de ciertas enfermedades por el agua con estas palabras: «Habiéndose probado la posibilidad de la propagación de las enfermedades infecciosas por medio del agua potable contaminada, una de las más importantes prescripciones de higiene pública debe ser la de proveer de agua absolutamente pura á las poblaciones.

sobre que debe descansar el juicio que se ha de dar con respecto á las aguas examinadas:

1. Relación entre las colonias fundentes y no fundentes la gelatina.
2. La variedad de especies bactericas.
3. La relación entre los gérmenes cromógenos y los no cromógenos.
4. La relación entre los eschizomicetos, blastomicetos é ifomicetos.
5. La distinción entre bacilos, coccus y espirilos.
6. El estudio comparativo de las formas anacróbicas.
7. La identificación de las formas bactericas principales.
8. La investigación de los bacterios patógenos.

Otro dato que debe de tenerse en cuenta para el criterio con que se han de juzgar los resultados de los análisis, es el del examen químico y bacteriológico de la tierra á través de la cual filtra ó corre el agua.

El análisis químico de la tierra, una vez minuciosamente practicado, no hay para qué volver sobre de él, porque su composición poco ó nada puede variar, salvo casos escepcionales. En un río, por ejemplo, las crecientes y las bajantes tienen más influencia sobre la composición de la misma agua, que sobre la composición de la tierra que forma el lecho del río.

Bacteriológicamente, en cambio, la cuestión cambia de aspecto, pues en una misma corriente de agua, el número de bacterios y de especies en que ellos se dividen varía con mucha frecuencia, así como varían en la tierra á través ó por encima de la cual corre. Es indispensable, por consiguiente, el análisis bacteriológico repetido de la tierra, para poder saber si las especies nuevas que se encuentran en el agua provienen de la misma tierra ó de una contaminación.

En 1900, el distinguido bacteriólogo francés Dr. Duclaux, contestando á una invitación de la autoridad militar del Havre, para que practicara los análisis bacteriológicos del agua que tomaban los soldados de la guarnición, entre los que se habfa desarrollado una epidemia de fiebre tifoi-

dea, escribía: «Yo creo que los análisis bacteriológicos del agua son ilusorios, cuando no están acompañados de un estudio minucioso del suelo y subsuelo de la región, y deploro y he deplorado siempre, que el estudio de una agua se practique únicamente en el laboratorio.» (1)

Bajo el punto de vista químico, yo he practicado varios de estos análisis; entre ellos transcribo los siguientes:

	ARENA DEL RÍO PARAGUAY SOBRE LA COSTA	ARENA DE LA COSTA (Asunción)	ARENA DE LA CIUDAD (Asunción)	ARENA DE LA COSTA DEL PARAGUAY (en El Rosario)	ARENA DE POZO SEMI-ABRIGATE DE ASUNCIÓN
Materia orgánica	—	0.0298	0.1323	0.0167	—
Silice	99.2129	98.0850	98.2104	98.3290	93.4275
Arcilla	0.0480	0.3157	0.2134	0.2734	—
Óxido de calcio	0.0022	0.0046	0.0038	0.0002	0.0002
» » aluminio	0.4152	0.7125	0.6922	0.5934	0.2193
» » hierro	0.2250	0.3254	0.2146	0.2140	0.1220
» » magnesio	—	0.0402	0.0022	0.0112	Rastro
Cloro	0.0068	0.0123	0.0210	0.0314	0.0067
Anhidrido sulfúrico	0.0554	0.0872	0.0786	0.0321	0.0786
Fosfatos (calculados en $\text{PhO}^4 \text{Na}^2 \text{H}$)	0.0123	0.0338	0.0312	0.0402	0.0365
No dosado y pérdidas	0.1242	0.3275	0.4233	0.3987	0.1247

La composición de todas estas arenas es muy favorable, siendo sin embargo muy superior á todas las de pozo semi-surgente. Por lo que respecta á la pequeña cantidad de materia orgánica existente en la arena de la costa, sobre

(1) Esta carta fué publicada en la revista NORRONDIA MEDICAL con fecha 15 de Mayo de 1900.

todo en la de la ciudad, y que no existe en la del lecho del río ni en la de pozo semi-surgente, se encuentra en su mayor parte al estado de *humus*, indispensable para la fertilidad de los terrenos, y es fácil el explicar la causa de su presencia.

En cuanto á la arcilla que forma las capas impermeables sobre que corren las aguas subterráneas del Paraguay, no he tenido oportunidad de analizarla. En cambio lo he hecho con varias muestras que me han sido proporcionadas por el Sr. Dante Courucci y el Sr. Villa, que si bien son superficiales, deben pertenecer á la misma formación de las que constituyen las capas más ó menos profundas que separan las diversas napas de agua subterránea.

* * *

	DOS MUESTRAS PROVENIENTES DE VILLETA		MUESTRA PROVENIENTE DE ESCOBAR		MUESTRA PROVENIENTE DE TONALI		MUESTRA DE AHUAYO Y ESCOBAR		MUESTRA OBTENIDA POR EL Sr. JUAN A. ARANGO DE LA OFICINA DE TRAM- PACAS	
Agua higroscópica	3.020	5.123	2.988	2.276	0.376	0.180				
» de combinación	6.500	6.012	7.100	6.977	7.284	9.300				
Anhidrido silícico	48.930	47.205	50.652	49.718	52.378	54.410				
Oxido aluminico	36.885	35.190	38.301	37.660	37.596	34.639				
» férrico	2.570	3.870	0.198	1.541	0.551	0.100				
Oxido de calcio	0.350	1.340	0.210	0.310	0.298	0.206				
» » magnesio	0.118	0.120	RASTROS	0.112	0.220	0.084				
» potásico	0.364	0.298	0.270	0.550	0.684	0.873				
» de sodio	0.228	1.157	0.197	0.184	0.276	0.068				
Materia orgánica	0.140	0.110	RASTROS	0.104	0.180	RASTROS				
No dosado y pérdidas	0.885	0.635	0.084	0.568	0.157	0.149				

Estos análisis nada ofrecen de particular, á no ser la proporción un poco elevada de fierro que revelan las muestras provenientes de Villeta, pues es sabido que las aguas ferruginosas favorecen el desarrollo del *crenolthryx küniana* cuya presencia imposibilita el empleo de caños y recipientes de fierro, lo cual impide que las aguas que lo contienen puedan ser utilizadas para la provisión pública, á parte de que su desarrollo favorece indirectamente el de otras especies que pueden convertir en impotable el agua.

En Berlín, Pisa, Lille, Rotterdam y en Bamberg, debido al *crenolthryx*, tuvo que renovarse la mayor parte de las cañerías, é igual cosa sucedió en Corneto Tarquinia, Campagnatico, Carpagnana, y otras muchas localidades. Estos perjuicios han sido de tanta importancia que el *crenolthryx* ha merecido los calificativos de: « calamidad del agua » (Zopf) « peste de los caños de conducción » (De Vries), « flagelo del agua » (Ziard).

Muy afin al *beggiatoa küniana* es la *gallionella ferruginea*, estudiada por Pellegrini.

La invasión de estos gérmenes, no solamente, como he dicho, deterioran las cañerías, á menudo hasta obstruirlas, sino que forman depósitos mucilaginosos, que adquieren á veces un olor nauseabundo y que, por la muerte de estos ferrobacterios, que concluyen por infestar el agua.

Por suerte, las aguas de pozo semi-surgente de la Asunción, por la insignificante cantidad de fierro que contienen, están al abrigo de estos inconvenientes.

De todo lo que acabo de exponer en este sucinto trabajo, se vé que nuestra Capital, tanto por el agua de su caudaloso río cuanto por el de sus napas semi-surgentes, está escepcionalmente dotada, pues cada una de ellas, en su categoría, puede compararse ventajosamente con las mejores del mundo.

Presento, para terminar, el siguiente cuadro analítico comparativo de algunas aguas de consumo de diversas localidades.

ÍNDICE

I — Importancia higiénica del agua	Pág 5
II — Las aguas de que puede disponer nuestra capital	> 13
III — Métodos para clarificar y purificar el agua	> 25
IV — Pozos surgentes y Semi-surgentes	> 33
V — Criterio para juzgar la posibilidad de las aguas por sus caracteres generales y por los datos del análisis químico y bacteriológico	> 43

✦ DADÍN Y GARCÍA; IMPRESORES - PUEYRREDÓN 505 - BUENOS AIRES ✦