

R. 36.576

Folle 278 - 2

OBSERVACIONES ANALITICAS

SOBRE LAS AGUAS DE LAS FUENTES DE

SANTIAGO.

•••POR•••

D. Antonio Casares,

Catedrático de Química.



SANTIAGO :

Est. tipográfico de la Viuda de Compañel é hijos.

1847.

25-2286

He emprendido estas observaciones por entretenimiento y por curiosidad; despues de hechas me decidí á imprimirlas creyendo que su publicación puede ser algo importante á los habitantes de Santiago, y si así sucede me será muy satisfactorio no haber trabajado inutilmente.

Santiago 12 de Setiembre de 1847.

A. C.



PROPIEDADES DE LAS AGUAS POTABLES.

Desde la mas remota antigüedad ha sido el agua el objeto de las observaciones de los filósofos, de los médicos y de los naturalistas, y no podia menos de ser así, atendido el importante papel que desempeña en el globo que habitamos. Sin ella no puede concebirse la existencia de los animales ni de los vegetales, en los cuales se encuentran sus elementos en proporciones variables : ella es la que elevándose en vapores de la superficie de los mares, y cayendo despues en forma de lluvia sobre los continentes, purifica la atmósfera, y surcando la superficie de la tierra lleva por todas partes la fecundidad y la vida.

La facilidad que tiene el agua de disolver varias sustancias de las que se encuentran en los terrenos por donde pasa, es causa de que rarisima vez ó casi nunca se encuentre pura; pero la naturaleza y cantidad de los cuerpos estraños que tiene en disolucion son diversas, y de aqui la diferencia que se nota en el sabor, en el olor y aun en el color de las aguas. Algunas por la naturaleza ó proporcion de los cuerpos disueltos son impropias para el uso habitual del hombre y de los animales, mientras que otras no se hallan en este caso, y toman entonces el nombre de *aguas potables*.

No son estas unas aguas químicamente puras; contienen siempre aire atmosférico y algun otro cuerpo fijo aunque en cortísima cantidad. Es muy importante el analisis esacto de las aguas potables, pues aun cuando las sustancias estrañas que en ellas se hallen sean pocas y en proporcion cortísima, como se toman en grande cantidad, y como obran sobre la economía animal desde los primeros dias de la exis-

tencia de los seres sensibles, pueden acaso modificar poco á poco el organismo ocasionando en él alteraciones profundas, cuya causa desconocemos, por no tener presente que una pequeña fuerza obrando continuamente puede producir efectos que no se consiguen en corto tiempo sinó con fuerzas colosales. M. Baudrimont hablando de las aguas potables, dice : «que su naturaleza tiene una importancia tan grande que traspasa sin duda alguna los límites de la higiene, porque extiende su acción mas allá de los individuos, y puede llegar hasta modificar la especie humana.» Y no debe parecer exagerado este aserto si tenemos en cuenta que las variedades de la especie humana se atribuyen por los fisiólogos á la continua influencia del clima; y que la diversidad de los alimentos y del modo de vivir de algunos animales durante algunas generaciones los modifica de tal manera que parecen individuos de distinta especie.

De todos modos nadie pone en duda que la naturaleza de las aguas potables influye mucho sobre nuestra economía; verdad que nada tiene de nueva, que fué ya reconocida por los antiguos, sin que por eso se hayan ocupado los químicos de su analisis con el esmero que merece un asunto de tanta importancia. Por lo que no debe extrañarse que aun no se sepa con certeza cuales son los elementos que debe tener una buena agua potable. Unos se contentan con decir que ha de ser limpia, inodora, de sabor fresco particular, que ha de cocer bien las legumbres, y no enturbiar el agua de jabon; y que de las que tengan estas propiedades debe preferirse la mas ligera; otros añaden ademas que no debe enturbiarse con los nitratos de barita y de plata, ni con el acido oxálico. Todos convienen en que debe tener aire atmosférico en disolucion, pues el agua destilada á pesar de su pureza es pesada y de difícil digestion. Muchos químicos están conformes en decir que agitada el agua destilada con aire atmosférico para que se sature de este gas se convierte en la mejor agua potable; deduciendo de aqui que el agua mas pura y mas aireada

es tambien la mejor para bebida. Pocos años hace, algunos químicos empezaron á combatir esta consecuencia: M. Dupasquier en su tratado de las aguas de fuente y de rio y en otros escritos posteriores, y M. Boussingault en una memoria presentada á la Academia de ciencias dicen que no son las mejores aguas potables las mas puras relativamente á la cantidad de sustancias que tienen en disolucion; cuya opinion cuenta ya bastantes sostenedores. ¿Y que sustancias son las que debe contener una buena agua potable? ¿cual su cantidad? Boussingault apoyandose en algunas esperiencias hechas con animales, cree que las sales calcareas son en ellas sustancias muy útiles ó acaso necesarias, pues pueden suministrar al organismo parte de la cal precisa para la osificacion. M. Dupasquier no se conforma con esta opinion: dice que las sales disueltas en las aguas ó son útiles y aun necesarias, ó perjudiciales á la economía animal; y entre estas últimas coloca las sales solubles de cal, á escepcion del bicarbonato que considera como la mas útil de todas las sustancias que pueden tener en disolucion las aguas potables. Se infiere de esto que aun no se sabe cual debe ser la composicion de las mejores, y solo despues de muchos analisis y una larga serie de observaciones podrá resolverse el problema.

Penetrado de la inmensa importancia de esta cuestion he hecho tambien algunos ensayos con las aguas de Santiago, que me han conducido á emprender su analisis, y los resultados que obtuve no son favorables á las opiniones de los dos químicos citados. Desde luego me hé convencido que las aguas que tenian en disolucion sales calcareas (no el bicarbonato) eran precisamente las que todos miraban como pesadas é indigestas; las que por no cocer bien las legumbres y cortar el agua de jabón eran tenidas por los inteligentes como malas aguas potables. He procurado inutilmente descubrir en las de Santiago el bicarbonato calizo, que Dupasquier coloca en la primera linea de las sustancias útiles que aquellas pue-

den contener, ya empleando la tintura de campeche que el mismo químico propone como el mejor reactivo para conseguirlo, ya evaporando grandes cantidades de agua y analizando cuidadosamente el residuo de la evaporacion. Y no por esto debe deducirse que no son buenas las aguas ensayadas, pues algunas, segun la opinion de naturales y estraños en nada ceden á las mejores de la península, y tienen en efecto los caracteres que en estas se exigen. Sin pretender el colocar mi opinion al lado de la de los dos ilustres químicos mencionados arriba, me inclino á creer, que si una buena agua potable debe tener en disolucion algun cuerpo fijo, ha de ser este el cloruro de sodio. Todas las aguas que hasta ahora tengo ensayadas se enturbian mas ó menos con el nitrato argéntico; por otra parte el cloruro de sodio abunda tanto en la economía animal que apenas hay liquido ni sólido donde no se encuentre, y á veces en cantidad mu y notable; y aunque esta sal puede provenir de los alimentos, tal vez en muchos animales procederá tambien de las aguas que abundantemente beben. No en valde presentará la naturaleza con tanta constancia el cloruro de sodio disuelto en las aguas que surcan la superficie del globo.



AGUAS POTABLES DE SANTIAGO.

Santiago es uno de los pueblos mas abundantes en fuentes distribuidas comodamente en todos los cuarteles de la poblacion: de estas las hay, y son las principales, que reciben las aguas encañadas, cuyos manantiales se hallan á alguna distancia de la ciudad; y las hay tambien que solo sirven para dar salida con comodidad para el público al agua de varios manantiales que se presentan en diversos puntos del pueblo.

À las primeras pertenecen las fuentes de San Miguel, San Juan, Plateria, Universidad, Mercado viejo, San Antonio, Toral, y el Campo que estan alimentadas con una misma agua que nace en el monte del Vite en un terreno pizarroso primitivo; las fuentes del Caño y de la plaza del Pan, cuya agua viene de Mallou de abajo y se presenta en un terreno de igual clase al anterior; y las dos abundantísimas del Hospital que reciben su agua de un manantial que nace en el Porron, terreno igual á los anteriores.

De las segundas son las fuentes de Sequelo, del Franco, del Inferniño de abajo, de San Pedro, de la Puerta del Camino, del Matadero, de la Sirena, de Morou, de San Nicolás, de Belvis, Pitelos, de Vista Alegre, Corredera del Gayo y alguna otra de poca importancia.

De todas ellas la mas acreditada es la de San Miguel, y estando la cañería en buen estado son iguales las demas que se surten de la misma agua. Muchas personas dan la preferencia, sobre todo en tiempo de verano, al agua de la fuente del Matadero.

Para apreciar debidamente la bondad relativa de todas estas aguas averigué su peso específico, y las ensayé con los reactivos que se indican en la tabla 2.^a El peso específico de un agua potable está en razon inversa de su bondad; porque un agua poco pesada denota que está muy aireada y que contiene pocos cuerpos fijos en disolucion.

TABLA 1.^a

***Peso específico de las diversas aguas potables
tomado a la temperatura de 17.° C.°***

Agua destilada	10000
Agua de las fuentes de S. Miguel, S. Juan, Platería, Universidad, Mercado viejo, S. Antonio, el Toral; y el Campo	9992
—de las fuentes del Hospital	9994
—de las fuentes del Caño y de la plaza del Pan.	9996
—de la de Belvis.	9992
—de las del Matadero, Puerta del Camino, Morou, Vista Alegre y Corredera del Gayo.	9996
—de las de San Pedro y San Amaro.	9994
—de las de la Sirena, San Nicolas y Pitelos.	10000
—de las del Franco é Inferniño.	10004
—de la de Sequelo	10005

TABLA 2.^a

ACCION que ejercen sobre las aguas de las fuentes de Santiago los siguientes reactivos quimicos.

	Nitrato argentico.	Cloruro baritico.	Oxalato ammonico.	Agua de cal.	Potasa caustica.	Carbonato potásico.	Prusiato de potasa.	Disolucion de jabon.
Agua de las fuentes de S. Miguel, S. Juan, Platería, Universidad, Mercado viejo, S. Antonio, el Toral y el Campo.	Se pone opalina.	Apenas hay accion.	No hay accion.	No hay accion.	No hay accion.	No hay accion.	No hay accion.	No se cor- ta.
Agua de la fuente de Belvis	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.
Agua de la fuente de Vista-alegre (la de en medio de la calle).	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.
Agua de las fuentes del Hospital	Enturbia.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.
Agua de las fuentes del Caño y de la plaza del Pan.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.
Agua de la fuente de Vista-alegre (la de abajo).	Se entur- bia bas- tante.	Se entur- bia algo.	Se entur- bia un poco.	Hay algu- na accion.	Hay algu- na accion.	Hay algu- na accion.	Id.	Se Blanquea.
de la fuente de S. Amaro.								
de la fuente de S. Pedro.								
de la fuente del Carmen de abajo.								
Agua de la fuente de Morou.	Se pone lechosa.	Precipita algo.	Se entur- bia.	Se entur- bia.	Se entur- bia.	Se entur- bia.	Id.	Se corta algo.
de la fuente de la Puerta del Camino. de la fuente del molatero.								
Agua de la fuente de S. Nicolas.	Precipita.	Se entur- bia	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Se corta.
de la Corredera del Gayo.								
Agua de la fuente de Pitelos.	Id.	Precipita poco.	Precipita poco.	Precipita poco.	Fma. copos blancos.	Fma. copos blancos.	Id.	Id.
de la fuente Sirena.								
Agua de la fuente del Inferniño.	Precipita con abundancia	Forma precipita- do blanco.	Precipita en blanco.	Forma co- pos blan- cos.	Id.	Id.	Id.	Id.
de la fuente del Franco.								
de la fuente Sequelo.								

Con algunas aguas no se percibe la accion de los reactivos principalmente de la cal, potasa y carbonato potásico, sino al cabo de dos ó mas horas, y los copos blancos que forman los dos primeros son de magnesia.

No hallando términos á propósito para espresar las pequeñas diferencias que se advierten en la accion de los reactivos sobre las aguas ensayadas, reuno bajo una llave las que son casi en todo iguales, colocando siempre en primera linea las mas puras: de manera que empezando por el agua de las fuentes de S. Miguel, S. Juan, Universidad etc. siguen en la tabla aguas cada vez menos puras, concluyendo con la de la fuente Sequeio que es la mas cargada de principios estraños.

Comparando las dos tablas anteriores desde luego se nota que las aguas mas ligeras son tambien las que menos se alteran con los reactivos químicos, las mas puras; y como por otra parte son limpias, inodoras, sin sabor estraño, deben mirarse como buenas aguas potables.

Las de las fuentes del Franco, Inferniño y Sequelo mas pesadas que el agua destilada, que precipitan abundantemente con el nitrato de plata, que contienen cal segun lo indica el oxalato de amoniaco y que cortan el agua de jabon no deben emplearse para beber, ni sirven para cocer las legumbres; son en fin unas aguas crudas, indigestas.

TEMPERATURA DE LAS AGUAS DE SANTIAGO.

Una de las cualidades que mas se buscan en un agua potable es la frescura, que contribuye poderosamente á apagar la sed en la estacion de los calores. Desde luego se ocurre que la temperatura de las de Santiago debe variar, principalmente de las que vienen encañadas, cuyas cañerías no estando muy profundas deben resentirse de las oscilaciones de la temperatura atmosférica. Las que no se hallan en este caso pueden tener en todas las estaciones una temperatura constante, si es que atraviesan terrenos colocados algunas varas debajo de la superficie de la tierra

donde no son sensibles las variaciones atmosféricas y el termómetro marca siempre un mismo grado.

En la siguiente tabla se espresan las temperaturas del agua de varias fuentes que á diversas horas del día han sido observadas por los alumnos D. Luis Labarta y Rey y D. Cesáreo Quiroga y Ballesteros que me ayudaron también en las operaciones analíticas.

TEMPERATURA

DEL AGUA DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE SANTIAGO.

Fuente de S. Miguel. . . .	de 9	á	10
——— S. Juan	de 9 y 1/2	á	12
——— Platería. . . .	de 9	á	11 y 1/2
——— Universidad	de 9	á	11
——— Mercado viejo. . . .	de 9 y 1/2	á	11 y 1/2
——— S. Antonio	de 10	á	12
——— Toral	de 9	á	11 y 1/2
——— el Campo. . . .	de 10	á	12
——— el Caño	de 11	á	12
——— plaza del Pan. . . .	de 11	á	12
——— Sequelo	de 8	á	9
——— Inferniño	de 8	á	9
——— Franco. . . .	de 8	á	9
——— Puerta del Camino. . .	de 9	á	10
——— Matadero	de	8	
——— Sirena	de	9	
——— Hospital	de 9	á	11

Las observaciones hechas con cada fuente fueron lo menos seis, y se hicieron en los meses de Agosto y Se-

tiembre estando el termómetro al aire libre entre 10 y 52.° C.

Por esta tabla se conoce el motivo de la preferencia dada por algunos al agua de la fuente del Matadero que goza de una temperatura constante y es de todas las de Santiago la mas fresca en tiempo de verano.

COMPOSICION DE LAS AGUAS POTABLES DE SANTIAGO.

Lo que va espuesto hasta ahora en estas observaciones no llena aun el objeto que me propuse al emprenderlas; era preciso hacer su analisis cuantitativo, operacion demasiado prolija si se hiciese con el agua de todas las fuentes que van anotadas en las tablas anteriores. Tampoco todas ellas son igualmente frecuentadas y abundantes, por cuyo motivo solo me ocupé del analisis esacto del agua que surte las fuentes de S. Miguel, S. Juan, Plateria, Universidad, Mercado viejo, S. Antonio, el Toral y el Campo, que es una misma y seguramente la mas usada en la poblacion; de la que se recoje en las fuentes del Caño y de la plaza del Pan que tambien es la misma y bastante usada por la posicion central de la última fuente; de la de las fuentes del Grande hospital, que debia estudiarse en obsequio de la humanidad doliente; y de la que sale de la fuente Sequelo, que es muy parecida ó casi igual á las de las fuentes del Franco y del Inferniño, notable por su abundancia y aun por su mala calidad como agua potable.

El analisis se hizo por el método conocido, á saber: estraccion de los gases por la ebullicion del agua en una retorta armada con su tubo y en comunicacion con una campana llena de mercurio: evaporacion del agua hasta sequedad: tratamiento del residuo con alcohol, con agua y con los acidos; analisis de los cuerpos disueltos

por estos líquidos.

La cantidad de agua evaporada fué de 32 cuartillos, para obtener bastante residuo á fin de que el analisis fuese mas completo.

El aire atmosférico estraido por la ebullicion del agua se analizó por medio de una disolucion de sulfato de protoxido de hierro que se descomponia con otra de potasa, dejando en contacto con el gas el protoxido de hierro formado hasta que no absorbia mas oxígeno, teniendo por supuesto en cuenta durante la operacion el estado del termómetro y barómetro, para reducir el volumen del gas á la temperatura de 0 y presion de 76.°

Los resultados de estos analisis se espresan en la tabla siguiente.

SUSTANCIAS FIJAS

EN 10000 PARTES DE AGUA DE LAS FUENTES DE

	S. Miguel.	Hospital.	Plaza del Pan.	Sequelo.
Cloruro sódico.....	0,102	0,193	0,105	3,308
Cloruro cálcico.....		0,010	0,021	0,524
Cloruro magnésico.....		0,003	0,008	1,157
Sulfato cálcico.....		0,149	0,134	8,025
Sulfato sódico.....	0,075			
Nitratos alcalinos.....		Algunos indicios.	Indicios.	0,041

SUSTANCIAS GASEOSAS

CONTIENE UN LITRO DE AGUA DE LAS FUENTES DE

	S. Miguel.	Hospital.	Plaza del Pan.	Sequelo.
Oxígeno. Centímetros cu- bicos.	4	4,4	4,12	6,6
Azoe.....Id.....	9,4	11,1	9,60	13,4

He usado las medidas francesas, porque están fundadas en el sistema decimal que tanto facilita los cálculos en esta clase de operaciones, y porque en los analisis presentan desde luego una relacion simple de las cantidades de los diferentes cuerpos que entran en el que se analiza.

AGUAS MINERALES DE BAR.

Ya que me he resuelto á publicar los analisis anteriores, lo haré tambien del de unas aguas ferruginosas que se presentan en Bar á pequeña distancia de esta Ciudad, y á las que hace algunos años se dió bastante importancia. Seguramente son las aguas ferruginosas de mucha aplicación en las poblaciones grandes, donde una vida sedentaria, los trabajos mentales y otras causas originan indisposiciones en las que el uso de los preparados ferruginosos, unidos á un egercicio moderado, producen muy buenos efectos. No es extraño por lo mismo que los facultativos y autoridades locales de Santiago procurasen que se recogiesen las aguas de Bar de modo que fuese cómodo su uso, y que al mismo tiempo se hiciese su analisis. Me encargué de este en el año de 40, y me confirmé en la opinion que antes había formado de muchas de las aguas férreas que se encuentran en Galicia; y aconsejé que no se construyesen las obras proyectadas con objeto de mejorar la fuente, y recoger mas puras sus aguas.

No pertenecen éstas á las carbonatadas ni á las sulfatadas, que son las únicas que se hallan descritas por los químicos: el hierro que contienen está disuelto por un ácido orgánico, que se precipita en combinacion con el óxido de hierro al peroxidarse y al cual Berzelius dió el nombre de ácido crénico, cuando le encontró analizando el depósito ocraceo de las aguas de Porla. En un periódico de medicina hé hablado detenidamente de estas nue-

vas aguas ferreas (*) á las que di el nombre de *crenatadas*; y en él creo haber probado que se forman en los prados naturales y sitios incultos donde hay partes de vegetales en descomposicion, que ceden al agua que atraviesa tales terrenos algun ácido orgánico (el ulmico?) que combinándose con el óxido de hierro, que se halla en todos ellos, forma un compuesto soluble que hace el agua ferruginosa. El contacto del aire y aun el mismo aire que tienen en disolucion peroxida el hierro, que se precipita arrastrando el ácido orgánico, que acaso se combine con el nitrógeno, pasando entonces á ser ácido crénico. Porque aun en frascos bien tapados se verifica esta descomposicion, sin que haya desprendimiento de gases.

No son, pues, las aguas crenatadas de aquellas aguas minerales de composicion constante que aparecen en la superficie de la tierra atravesando capas de rocas de diversa naturaleza sin que se pueda señalar el punto donde se han formado; se producen á muy corta distancia del sitio donde se presentan, en la capa de tierra vegetal, y con el agua de lluvia ú otra que sirve para regar aquellos terrenos. Así es que su composicion es muy variable: en invierno, cuando hay abundancia de aguas y por efecto de una temperatura baja es muy lenta la descomposicion de los vegetales, apenas se reconoce en ellas con los reactivos la presencia del hierro; y en verano, maxime si es seco, tienen un sabor fuerte ferruginoso, se ennegrecen con la tintura de agallas; y toman muy pronto con el nitrato de plata (que es el reactivo del ácido orgánico que tienen en disolucion) un color de vino tinto.

Segun esto poco interés puede ofrecer el cuadro de las sustancias que encontré en el agua de Bar al analizarlas en Setiembre del año 40, porque varía de un día á otro, no obstante lo pongo para que se sepa cual era entonces su composicion.

(*) Boletin de Medicina, Cirujía y Farmacia, tomo 4.º página 54.

Agua.....10 libras.

Oxido de hierro.	8 granos.
Sulfato calcico.	0,5
Silice.	0,5
Cloruro calcico.	0,77
Cloruro sódico.	2,40
Acido crénico.	

Concluyo repitiendo lo que entre otras cosas decia al dirigir al Ilustre Ayuntamiento el resultado de mi analisis, «Las aguas minerales de Bar se mineralizan en el punto donde se presentan, de modo que alli mismo deben recojerse, sin tratar de buscar el manantial, que no existe, haciendo zanjas y galerias en direccion de las alturitas que rodean la fuente.» Asi se hizo en efecto, y á esto se debe que no haya desaparecido un agua que usan varios con buen exito, y que sin duda puede remplazar hasta cierto punto las aguas férreas carbonatadas que son tan poco comunes, como apreciables en muchos casos.

