

ción es una circunstancia perjudicial para la resistencia de la obra.

LUIS DE RUTE.

## HIDROTÍMETRO Y SUS APLICACIONES.

Uno de los trabajos principales á que se deben dedicar las divisiones hidrológicas, es á la clasificación de las aguas de los ríos y fuentes notables que haya en su división, para lo cual pueden usar un aparato ingenioso, inventado hace pocos años por monsieurs Boutron y Boudet, llamado por ellos *hidrotímetro* (medida del valor del agua), el que ha facilitado en extremo estas indagaciones, sustituyendo en la mayor parte de los casos una experiencia muy sencilla y muy segura, á las largas y delicadas operaciones del análisis ordinario.

Es sabido que el agua cargada con exceso de sales terrosas, disuelve mal el jabón. Por esta razón las aguas de *Belleville* y del prado de *San Gervasio*, rebeldes á toda blancura, han motivado que á la fuente principal que las vierte en París se la llame *Meaubone* (mala digestiva). En esta propiedad de las aguas duras es en la que han fundado su procedimiento práctico los dos químicos notables de que hemos hecho mención.

El agua pura, en la que se disuelve una cantidad cualquiera de jabón, se ampara, en cuanto se la agita, de las partículas de aire, las rodea y las conserva en su superficie en pequeños glóbulos acumulados, cuya reunión forma la espuma: es un fenómeno bien conocido. Un decígramo de jabón por litro de agua destilada, ó lo que es lo mismo, un hectógramo por metro cúbico, basta para que se forme la espuma persistente, pero si el agua contiene una sal de base terrosa, queda destruido el jabón y reemplazado por un precipitado insoluble. Se explica esto, sabiendo que el jabón se compone de un ácido craso estereático, margárico y aceitoso, y de sosa; la sal terrosa está compuesta, por ejemplo, de ácido carbónico y de cal. Cuando las dos combinaciones se presentan, el ácido carbónico se une á la sosa para formar un carbonato de sosa, que permanece en disolución en el agua; el ácido craso y la cal se combinan igualmente, y forman lo que llama la ciencia un esearato, margarato ú oleato de cal, insoluble en el agua. Este último compuesto aparece bajo el aspecto de glóbulos que caen al fondo del vaso. Mientras haya una partícula de sal terrosa en

disolución, el agua no forma espuma; únicamente cuando toda la cal que contenía el agua se ha neutralizado, es cuando, añadiendo un poco de jabón, en la proporción de un hectógramo por metro cúbico, el agua convenientemente agitada, se corona de una espuma persistente.

El aparato de que se trata, el *hydrotímetro*, se compone de dos piezas principales: un frasco graduado de tal modo, que se pueda medir con exactitud el volumen del agua sometida á la experiencia, y de una probeta tubular, igualmente graduada, que contiene el licor jabonoso, del que se vierte más ó menos en el frasco, según la cantidad de sales terrosas que hay que descomponer antes de obtener la espuma que indica el exceso de jabón. Suponiendo que el volumen del agua sea de un metro cúbico, cada grado de la probeta tubular que se vacía para la experiencia indica la neutralización de un hectógramo de jabón.

Operaciones de detalle, que no son de este lugar, permiten clasificar separadamente los productos del análisis.

La graduación de la probeta está hecha de modo que una capacidad de dos centímetros cúbicos y cuatro décimas, tomada á partir de una *raya circular*, trazada en el extremo de la probeta, está dividida en 23 partes iguales, y que las divisiones siguientes son enteramente iguales á las primeras.

Cada división representa un grado; pero aunque debe llenarse la probeta en cada operación hasta la *raya circular*, el 0° no está señalado sino debajo de la primera división. Para explicar esta particularidad, tenemos que observar que la proporción de agua que hemos adoptado para cada experiencia es  $\frac{1}{25}$  de litro, ó 40 centímetros cúbicos, y que cualquiera que sea la composición de esta agua, la consideraremos como formada de 40 centímetros cúbicos de agua pura, y de una proporción cualquiera de las materias capaces de descomponer el jabón. Pero como para adquirir una cierta viscosidad y poderse producir una espuma persistente, 40 centímetros cúbicos de *agua pura* exigen una división del licor de prueba, la primera división de la probeta se ha reservado para ese objeto, quedando fuera de la graduación, con el fin de que las divisiones siguientes representasen única y realmente la cantidad de jabón descompuesta por las materias que tenga en disolución el agua.

Por una coincidencia curiosa, el peso de las sales terrosas disueltas en una cantidad de agua determinada, es casi igual á la décima parte del peso del jabón necesario para la descomposición de las mismas

sales: siendo, por ejemplo, 25 el grado *hydrotimétrico* de un agua cargada de carbonato de cal, se deduce la doble consecuencia de que esta agua contiene cerca de 25 decágramos á 2 hectógramos 50 gramos de sales calizas por metro cúbico, y que es preciso mezclar en pura pérdida, dos kilogramos 500 gramos de jabon ántes de hacerla espumosa.

La experiencia verificada en las aguas actuales de Paris, da los resultados siguientes, variables entre ciertos límites:

|                               |         |                          |
|-------------------------------|---------|--------------------------|
| Agua de Grenelle, de          | 9 á 11  | grados del hidrotímetro. |
| — del Sena —                  | 17 á 20 |                          |
| — de L'Ourcq —                | 31      |                          |
| — d'Arcueil —                 | 37,50   |                          |
| — del prado de San Gervasio — | 76      |                          |
| — de Belleville —             | 155     |                          |

Es decir, que ántes de obtener que produzca espuma la mezcla del jabon con el agua necesaria para el blanqueo de la ropa, la que no se consigue sino despues de precipitarse las sales de cal, es preciso hacer que se disuelvan, y neutralizar en un metro cúbico de agua de Grenelle de 9 á 11 hectógramos de jabon; en una cantidad igual de agua del Sena, un kilogramo y 7 hectógramos ó dos kilogramos; en un volúmen igual de agua del *Ourcq*, 3 kilogramos y un hectógramo, etc.; y que finalmente, un metro cúbico de agua de Belleville, absorberia ántes de poder servir para lavar, la cantidad enorme de 15 kilogramos y 5 hectógramos de jabon.

Se ha visto que el agua es saludable y agradable cuando no contiene más que una cierta parte de carbonato de cal, pero que se convierte en dura, malsana ó indigesta, y que incrusta las cañerías, si la proporcion crece notablemente. ¿Se puede fijar de un modo absoluto el límite del que no debería pasar? ¿Hasta qué grado del hidrotímetro puede considerarse como buena el agua que contiene carbonato de cal? ¿Desde qué grado se convierte en mediana ó mala?

Un gran número de experiencias se han hecho por Mr. Belgrand en los arroyos y rios, cuyas aguas se ensayado en sus nacimientos, y despues en varios puntos de su curso. Ha resultado que el agua que en el punto de partida marca 18° ó ménos en el hidrotímetro, no pierde en su marcha ninguna parte de las sales calizas que tiene.

Y si por el contrario la indicacion hidrotimétrica del manantial pasa de 18°, el agua deposita en sus orillas en los canales que recorre ó en las cañerías que la distribuyen, una parte de carbonato de cal de

la que se halla cargada sobre dicho límite. Entre los 18 y 20 grados son poco sensibles los depósitos. Pasando de 21°, se hacen considerables; la incrustacion de las cañerías es rápida, y disminuye pronto y notablemente la capacidad interior de los tubos de fundicion de pequeño diámetro.

Como aplicaciones del hidrotímetro, ¿quién duda de la influencia favorable ó contraria de las aguas más ó ménos selentosas, más ó ménos cargadas de carbonato calizo en los resultados de los riegos? Habrá que recordar los depósitos tan perjudiciales que el bicarbonato calizo, unido frecuentemente al sulfato de cal, produce en las calderas de vapor, y que son la causa de los peligros tan graves ó de los gastos tan considerables para la mayor parte de las fábricas y de las empresas de ferro-carriles?

La piscicultura misma, ese arte desarrollado maravillosamente por MM. Coste, Milne Edwards y Quatrefages, y las observaciones curiosas de M. Millet; ¿no tiene tambien que investigar la composicion de las aguas, y no es evidente que debe deducirse de ella preciosas indicaciones, cuando se sabe por los estudios de M. Millet, que los gérmenes de organizacion de los huevos del salmon, se destruyen pronta y completamente por el cloruro de sosa, y que para depositar sus huevos en aguas exentas de esa sal, es por lo que esos peces abandonan su comarca y remontan con frecuencia á grandes distancias al interior de los rios y arroyos?

Discurriendo en otro órden de ideas, se reconoce rá sin duda que la hidrometría será de un gran recurso para la eleccion de las aguas, bien sea para los navegantes en los puntos donde recalén, bien á los ingenieros militares ó los de sanidad militar de los ejércitos en campaña, ó tambien á los ingenieros en las investigaciones sobre el origen subterráneo de los manantiales y corrientes de agua, y sobre la naturaleza de los terrenos que atraviesan y de los afluentes que pueden recibir.

Á continuación insertamos la clasificacion hecha de las aguas de los rios más notables de la division hidrológica que está á mi cargo, así como lo de algunas fuentes situadas en ella y otras fuera de la misma.