

El contacto de rocas ígneas acelera la carbonización, y en el terreno puede observarse que bajo esa influencia una capa de hulla se trasforma en antracita, una de lignita en hulla, y así sucesivamente.

Las turberas constituyen también en muchos casos formaciones extensas como las que hemos citado en las márgenes del río Tololotlan, en las cercanías del lago de Chapala.

Resúmen.

Se ve, pues, de cuántas maneras contribuyen los organismos á la conservación, destrucción y formación de las rocas: conservan y resguardan las superficies de los efectos erosivos de la atmósfera; producen el desgajamiento ó pulimento de las rocas; se aglomeran, en fin, los despojos de los seres para formar vastas acumulaciones de sílice ó de carbon que se depositan en mantos, ó, como los despojos calcáreos, constituyen montañas enteras.

FIN.

APÉNDICE.

HIDROTIMETRÍA.

Artículo publicado por el Sr. Dr. D. Antonio Peñafiel, en la Memoria sobre las aguas potables de la ciudad de México.

I. Empleo de un método rápido en los análisis de las aguas.—II. Bases fundamentales de la Hidrotimetría.—III. La Hidrotimetría francesa.

I. Al comenzar nuestros estudios sobre la influencia que en la salubridad tienen las aguas empleadas en los usos domésticos, nos fijamos en dos puntos principales: en el método de análisis químico que debíamos emplear para el *reconocimiento comparativo* de las aguas usadas en la capital, y en el exámen de las vertientes y acueductos que las llevan á la ciudad.

Los análisis químicos rigurosos y completos, demandan largo tiempo de que no podíamos disponer para terminar este trabajo; debíamos de emplear un método sencillo y pronto, que, sin carecer de la exactitud, nos pudiera dar *resultados comparables*, y nos fijamos en el método hidrotimétrico usado con tanto éxito para el reconocimiento de las aguas potables y las destinadas á los usos industriales.

II. El agua destilada mezclada con algunas gotas de tintura alcohólica de jabon da inmediatamente por medio de la agitacion en un pequeño frasco de vidrio, una espuma menuda y persistente: la cantidad de jabon necesaria para producir la espuma es una misma para iguales volúmenes de agua destilada.

En una agua *delgada* ó *gorda*, que contiene siempre sales de magnesia ó de cal, y otras que son precipitables por el jabon, la espuma persistente y menuda no aparece si no es hasta que primero han sido precipitadas las sales terrosas por la tintura de jabon y en seguida se ha empleado la cantidad necesaria para formar espuma con igual volúmen de agua destilada.

La cantidad de tintura alcohólica de jabon necesaria para formar espuma persistente por cinco minutos en un volúmen determinado de agua destilada, constituye su grado hidrotimétrico, ó el grado del agua químicamente pura.

La escala de la dureza de una agua es proporcional á la cantidad de sales terrosas ó precipitables por el jabon; por consiguiente, las aguas *delgadas* ó *gordas* necesitan mayor cantidad de tintura de jabon para formar la espuma, y esta cantidad forma su grado de dureza ó hidrotimétrico, comparado con el agua destilada. En estos principios está fundado el método del Dr. Clarke para el exámen de las aguas de Inglaterra, método volumétrico que tiene todas las garantías de precision á que han llegado los de su género en la química moderna.

La Hidrotimetría de los Sres. Boutron y Boudet, fundada en los principios analíticos del Dr. Clarke, extiende cada dia sus aplicaciones á la Higiene, á la Agricultura y á la Industria en ambos continentes: hasta el año de 1882 su obra contaba ya siete ediciones, habiendo sido premiada en 1856 por la Academia de Ciencias de Paris, por haber resuelto el problema de determinar de una manera pronta la proporcion de sales de cal y de magnesia que se encuentran en las aguas potables y en las usadas en la industria.

Hicimos un estudio práctico y comparativo de los métodos hidrotimétricos seguidos en Francia y en Alemania: optamos por

el primero, pero tenia á nuestro juicio un defecto capital que nos parecia insuperable. El reactivo principal de la Hidrotimetría del Sr. Boutron no era *homogéneo* en su composicion, y además, con el tiempo sufría una alteracion en la cantidad de jabon, que exigía rectificaciones frecuentes. Siempre que preparáramos ese reactivo una parte del jabon se precipitaba y era preciso *calentarlo* para poder usarlo: pedimos á Francia el preparado por el mismo autor de la Hidrotimetría, y vino con el mismo inconveniente, que nos propusimos remediar, como en efecto lo conseguimos.

No queremos usar ropaje que no nos pertenece al exponer el método hidrotimétrico frances; pero reclamamos lo que nos toca por ser de nuestra propiedad, aunque pequeña.

1 "La cantidad de jabon necesaria para que 40 centímetros cúbicos de una agua cualquiera produzca una espuma persistente, da, pues, la medida de la cualidad de las sales calcáreas ó magnesianas contenidas en esta agua; y como en la mayor parte de aguas de manantial y de rios la cal y la magnesia son las principales que combinadas con diferentes ácidos, influyen realmente en su cualidad, es evidente que, determinando las proporciones que contienen de estas bases, se determina el valor de estas aguas relativamente al mayor número de sus usos.

"La formacion de la espuma en la superficie del agua es, por otra parte, un fenómeno tan claro; la proporcion del jabon necesaria para producirla (un decígramo por litro) tan pequeña, y el momento en que una agua calcárea ó magnesia cesa de neutralizar el jabon y ser espumosa por la agitacion es tan fácil de apreciar, que una disolucion alcohólica de jabon puede ser considerada como un reactivo sumamente sensible para demostrar y dosificar las sales calcáreas y magnesianas en líquidos muy diluidos como son las aguas de manantiales y de rios.

1 Hidrotimetría.—Nuevo método para determinar las proporciones de las materias minerales en disolucion en las aguas de manantial y de rios, por M.M. Boutron y F. Boudet, miembros de la Academia de Medicina y del Consejo de Higiene pública y de Salubridad del Departamento del Sena, sétima edicion, 1882, pág. 24.

El mérito esencial de este reactivo, es preciso notarlo, proviene de esta circunstancia, que indica inmediatamente por sí mismo, por un fenómeno prominente, el de la espuma, el límite de la acción que las bases terrosas tienen sobre él.

“Empleamos el jabon en disolucion alcohólica, y para evitar los inconvenientes que resultarian de la composicion variable de los jabones del comercio, titulamos el líquido de prueba por medio de una disolucion de cloruro de calcio fundido conteniendo $\frac{1}{4000}$ de su peso, ó 0.25 gramos de esta sal por litro de agua destilada.

“Se puede sustituir al cloruro de calcio una proporción químicamente equivalente de otra sal capaz de formar con los ácidos grasos del jabon una combinación insoluble, tal como el cloruro de bario, el nitrato de barita, etc. M. Marchand de Fécamp dice, con razon, que el nitrato de bario es más fácil de manejar que el cloruro de calcio que es delicuescente; pero bajo el punto de vista de la graduacion de nuestra bureta, esta última sal ofrecia ventajas, por lo que se le ha dado la preferencia.

“El equivalente de 0.25 gramos de cloruro de calcio, en nitrato de barita, siendo 0,59 gramos, esta proporción debe sustituirse para obtener una disolucion barítica del mismo grado.

“Para la preparacion del reactivo de jabon se toman:

“Jabon blanco de Marsella..... 100 gramos.¹

“Alcohol á 90° centesimales.... 1,600 „

“Se disuelve el jabon en el alcohol calentado hasta la ebullicion, se filtra para separar las sales y materias extrañas insolubles en el alcohol que el jabon puede contener, y se añade á la disolucion filtrada, agua destilada pura á 0° del hidrotímetro, 1,000 gramos.

“Se obtienen de este modo 2,700 gramos de un líquido que debe tener un *título* muy aproximado al que vamos á fijar, pero

¹ Segun M. Robinet, cuando en esta fórmula se sustituye al jabon blanco de Marsella, 100 gramos de jabon medicinal, llamado amigdalino, bien seco, se obtiene inmediatamente un líquido hidrotimétrico á 22°.

que no puede ser empleado sin someterlo á un ensayo que compruebe su valor real.”

¹ Nosotros disolvemos la misma cantidad de jabon en alcohol á 93° grados centesimales, en baño de María, sin que inter venga para titular el reactivo el agua destilada, que es la que *descompone* ó *precipita* el jabon y lo sujeta á variaciones de título que necesitan constantes rectificaciones.

Preparacion del reactivo segun nuestra fórmula.

Jabon amigdalino..... 50 gramos.

Alcohol á 93°..... 1,000 „

Disuélvase en baño de María; se deja enfriar el líquido y se añaden 400 gramos de alcohol á 93°; se agita, se deja en reposo hasta el día siguiente; se toma el grado segun la fórmula, y se obtiene generalmente el siguiente resultado: 21° con la solución normal de nitrato de bario.

$$21 : 2 :: 1,300 \text{ gramos} : x = 123.8 \text{ gramos.}$$

Se agregó esta cantidad de alcohol á 93°, se rectificó el grado, y el reactivo jabonoso dió 23° exactos.

“El ensaye del reactivo se practica por medio de los mismos utensilios que usamos para determinar la composicion de las aguas, es decir, por medio de una pequeña bureta graduada y de un frasco esmerilado de 60 á 80 centímetros cúbicos de capacidad, *marcado* á 40 centímetros cúbicos por medio de una línea circular.

“La graduacion de la bureta está hecha de tal manera, que una capacidad de 2 centímetros cúbicos y 4 décimos, tomada á partir de una *marca circular*, trazada en el vértice de la bureta, se encuentra dividida en 23 partes iguales y que las divisiones siguientes son perfectamente iguales á las primeras.

¹ Presentamos á la Academia de Medicina los dos reactivos, uno preparado por los Sres. Boutron y Boudet, y otro por los autores de esta Memoria.

“Cada division representa un grado; pero aunque para cada experiencia la bureta deba llenarse hasta la marca circular, el 0° no está inscrito sino debajo de la primera division. Para explicar esta particularidad, debemos decir que la proporcion de agua que hemos adoptado para cada experimento es un veinticincoavo de litro, ó 40 centímetros cúbicos, y que cualquiera que sea la composicion de esta agua, la consideramos como formada de 40 centímetros cúbicos de agua pura y de una cantidad cualquiera de sustancias capaces de descomponer el jabon.

“Para adquirir cierta viscosidad, sin embargo, y estar capaz de producir una espuma persistente, 40 centímetros de *agua pura* exigen una division del líquido de prueba: la primera division de la bureta ha sido reservada para este uso y separada hácia afuera de la graduacion, á fin de que las divisiones siguientes representen única y realmente la cantidad de jabon descompuesto por las materias disueltas en el agua.

“El líquido de prueba debe titularse de manera que 23 divisiones de la bureta, comprendidas entre la marca circular, señalada encima del 0° y la cifra 22, es decir, 22 grados efectivos, sean rigurosamente necesarios para producir una espuma persistente con 40 centímetros cúbicos de la disolucion de cloruro de calcio á $\frac{1}{4000}$, disolucion que llamaremos *normal*.

“En consecuencia, cuando el líquido jabonoso ha sido preparado en las proporciones indicadas, se determina por un experimento el número de grados que 40 centímetros cúbicos de disolucion normal de cloruro de calcio exigen para producir una espuma persistente; si el número de grados que se observan es 22, el reactivo jabonoso es perfecto; pero si es inferior á 22°, se agrega á este líquido una nueva cantidad de agua, calculando que es preciso cerca de $\frac{1}{250}$ de su peso de agua para poder disminuir la fuerza de un grado. Se practica en seguida un nuevo ensayo hasta que se obtenga el título que se busca.”

Pero supongamos el caso más frecuente en esta preparacion, que dé 18° para la saturacion de los 40 cc. de solucion de cloruro de calcio ó de nitrato de bario con las condiciones ántes mencionadas; deben agregarse 5 divisiones de alcohol á 90° para

completar las 23, incluso el grado de agua destilada. En este caso puede usarse de la siguiente fórmula de facil aplicacion:

$$18 : 5 :: V : X$$

ó $18 : 5 :: 1000$ del líquido que se quiere corregir : $X = \frac{4000}{18}$, cantidad necesaria de alcohol para obtener el grado perfecto.

“Segun lo que precede, la disolucion normal de cloruro de calcio, estando hecha con 25 centigramos de cloruro por un litro de agua, contiene evidentemente un centígramo de esta sal para $\frac{1}{25}$ de litro ó 40 gramos.

“De esto resulta que 22 de líquido de prueba son neutralizados por un centígramo de cloruro, que un grado corresponde á $\frac{0.01}{22} = 0,00045$ de esta sal, y en fin, que cada grado de reactivo neutralizado por 40 centímetros cúbicos de disolucion normal representa $\frac{0.01 \times 25}{22} = 0,0114$ de cloruro de calcio en un litro de esta misma disolucion. Así es que, como es posible con aproximacion de un medio grado apreciar el momento en que se produce una espuma persistente á la superficie de una disolucion, es evidente:

1° Que el reactivo puede acusar $\frac{0.00045}{2}$ ó sea un cuarto de milígramo de cloruro de calcio en 400 gramos de agua, y dosificar con más exactitud todavía cualquiera otra sal terrosa cuyo equivalente químico fuere más considerable.

2° Que operando en 40 centímetros cúbicos de una disolucion de cloruro de calcio, se reconoce con aproximacion de $\frac{0.0114}{2} = 0.0057$ gramos, ó sean 5 ó 6 miligramos la proporcion de cloruro contenido en un litro de esta disolucion.

“Por otra parte, si se considera que segun el análisis de M. Tenard, el jabon marmóreo del comercio está formado de

Sosa.....	6
Ácidos grasos.....	64
Agua.....	30
	<hr/>
	100

se toma para su equivalente químico el número 6453, y si multiplicando 0.25 gramos de cloruro de calcio por 6453, se divide este producto por el equivalente del cloruro de calcio, 693,20, se obtiene por cociente 2.326 gramos que representan la proporción de jabón equivalente á 0.25 gramos de cloruro de calcio.

“De aquí esta consecuencia: que un litro de disolución normal de cloruro de calcio debe exigir 23 decigramos de jabón para transformar los 0.25 gramos de sal calcárea en jabón insoluble.

“Pero como la graduación de la bureta de ensaye ha sido calculada de tal manera, que operando sobre 40 centímetros cúbicos de la disolución normal, la división 23 y el grado 22 corresponden á la producción de la espuma persistente, se puede admitir que cada grado de la bureta representa un decígramo de jabón neutralizado por un litro de esta disolución.¹ La composición del líquido de prueba y la graduación de la bureta, son, como se ve, arregladas en tales condiciones, que al operar en 40 centímetros cúbicos de una disolución cualquiera de cloruro de calcio, se puede saber inmediatamente por el grado que corresponde á la aparición de la espuma persistente, la proporción de cloruro contenido en un litro de esta disolución y la proporción de jabón que él debe neutralizar.

“Es evidente también que una disolución de una sal de cal, de magnesia, de barita ó de cualquiera otra base capaz de formar un compuesto insoluble con los ácidos del jabón, puede ser analizada por medio del *reactivo* tan fácilmente como una disolución de cloruro de calcio; pero sería fácil fijar por una simple proporción los pesos correspondientes á un grado de la bureta, por cada litro de disolución para las bases terrosas, y formar una tabla que permitiría conocer muy pronto los resultados de estos análisis.

“Si en lugar de una disolución de cloruro de calcio se so-

¹ El número exacto sería 0gr.106 de jabón por cada grado hidrotimétrico, en vez de 0gr.1. En un cálculo riguroso sería preciso multiplicar el número de grados observado por 1,06; se tendría así en decigramos el peso exacto de jabón neutralizado por un litro de agua examinada.

metiera á la experiencia una agua de manantial ó de río, que contenga, como sucede comunmente, sales de cal y de magnesia,¹ el grado observado indicaría á un mismo tiempo la proporción de cloruro de calcio y de jabón neutralizado, equivalentes á estas sales, por litro de agua examinada.

“Nada más sencillo, según esto, que obtener este doble resultado para una agua cualquiera, puesto que basta para esto determinar por un rápido ensaye cuántos grados de *reactivo* exigen 40 centímetros cúbicos de esta agua para producir una espuma persistente.

“Supongamos, por ejemplo, que una agua haya dado el grado 20; este grado hará conocer:

1º El número de orden del agua examinada en una clasificación metódica, que tendrá por punto de comparación el agua pura representada por 0º;

2º La proporción de cloruro de calcio equivalente á las sales de cal y de magnesia contenidas en 1 litro de agua, es decir, $0.114 \times 20 = 0.228$ gramos;

3º La proporción de jabón que neutralizaría un litro de esta agua, ó sean 20 decigramos. Hemos dado á nuestra bureta el nombre de *hidrotímetro* (medida del valor del agua). Nuestro método de ensaye constituye, pues, la *Hidrotimetría*, y las aguas pueden ser clasificadas según sus grados *hidrotimétricos*, comparándolos á la agua pura que marca 0º.”

Agregamos nosotros que no se conocen aún los extensos y benéficos alcances del método hidrotimétrico para apreciar la calidad de las aguas potables y destinadas á los usos domésticos; pero que cada día se tienen nuevos hechos en la química que le dan un apoyo sólido y duradero. Pero en todo caso hay

¹ Independientemente de las sales de magnesia y de cal, las aguas de manantial y de ríos pueden contener una pequeña cantidad de alumina, de sílica, de sales de manganeso y de hierro, que forman también con los ácidos del jabón, combinaciones insolubles y cuya presencia es acusada por el reactivo. Su influencia viene, pues, á agregarse á la que tienen sobre el jabón las sales de cal y de magnesia; pero hay que advertir que en la mayor parte de las aguas de ríos ó de manantiales no minerales, estas materias, estas sustancias no se encuentran sino en proporciones extremadamente pequeñas.

que tener en cuenta "que un medio solo y aislado, usado en las investigaciones científicas, sin auxiliarse de las demas, conduce á errores deplorables."

Citarémos los hechos siguientes que vienen en auxilio de la Hidrotimetría y de sus aplicaciones. El agua destilada es un disolvente ménos poderoso y activo que una agua cargada de principios orgánicos en disolucion: el agua que contiene sales minerales disueltas es un disolvente más activo que el agua pura á 0° del hidrotímetro.

Por último, para aplicar la Hidrotimetría al exámen de las aguas de manantial y delgadas del Valle de México, debe tenerse presente que las sales de cal que en Europa figuran en primer término para dar *crudeza* á las aguas, en las potables del Valle de México se encuentran en pequeñísimas cantidades, miéntras que predominan la siliza y sus combinaciones salinas, materiales que forman sus residuos incrustantes. Esto se comprende fácilmente: las aguas brotantes de nuestros manantiales suben por la presión hidráulica, atravesando rocas volcánicas en cuyos componentes dominan los materiales silizosos y no los calcáreos.

Sigue la copia:

"No nos hemos limitado á determinar en conjunto la cantidad de la cal y de la magnesia contenida en las aguas; hemos procurado extender más las aplicaciones de la Hidrotimetría y hemos hecho un verdadero medio de análisis cuantitativo y cualitativo, pudiendo servir no solamente para determinar la composición de las aguas de manantial y de río, haciendo abstracción de las materias orgánicas que pueden allí encontrarse en variables cantidades, sino tambien para resolver con prontitud un gran número de otros problemas análogos.

"Las sustancias minerales contenidas en las aguas de manantiales y de ríos consisten principalmente en carbonatos de cal y magnesia, asociados á proporciones variables, pero comunmente pequeñas, de estas mismas bases en estado de sulfatos, nitratos y clorhidratos. Se encuentran en ellas, además, algunas sales de sosa y de potasa, y pequeñísimas porciones de fierro y de

manganeso, de siliza y de alumina. La pureza de estas aguas y su valor, bajo el punto de vista de sus usos, depende, pues, en primer término, de las cantidades de cal y de magnesia que contienen, y de la naturaleza de los ácidos combinados con estas bases.

"Así es que, en la práctica, el objeto verdaderamente útil del análisis de las aguas de manantiales y de ríos puede alcanzarse limitándose á dosificar la cal y la magnesia que contiene, y determinando en qué proporciones se encuentran combinadas con cada uno de los diferentes ácidos que las saturan. Pero la Hidrotimetría puede dar estos datos esenciales; sin embargo, para fijar el verdadero valor y exactitud de este método es necesario exponer los hechos principales que le sirven de base y que solamente hemos admitido despues de haberlos comprobado y rectificado por nuestros propios experimentos.

"Estos hechos son tres:

"El primero es que el líquido hidrotimétrico preparado y titulado conforme á nuestras indicaciones, se conduce en presencia de las sales de *bases terrosas* capaces de formar compuestos insolubles con los ácidos grasos del jabon, como un compuesto perfectamente definido, y ejerce sobre ellas una acción exactamente proporcional á sus equivalentes químicos.

"El segundo es que en los límites en que la Hidrotimetría puede dar indicaciones exactas, ó sea operando en aguas cuyo grado no se eleve arriba de 25 ó 30 grados, las cantidades de sales de sosa ó de potasa que en las aguas se encuentran comunmente, no tienen acción perturbadora en el líquido hidrotimétrico.

"El tercero, en fin, es que el carbonato de magnesia, siendo mucho ménos insoluble en el agua que el carbonato de cal, sobre todo en frio, cuando una agua contiene bicarbonatos de cal y de magnesia solamente, ó estas mismas sales asociadas á otras sales de cal y de magnesia, se producen las reacciones siguientes bajo la influencia de la ebullición, convenientemente prolongada.

"1º Si el agua contiene bicarbonatos de cal y de magnesia

con ó sin otras sales de magnesia, se trasforman durante la ebullicion los bicarbonatos en carbonatos, el carbonato de cal se precipita sólo acompañado de una pequeña cantidad de carbonato de magnesia; pero por el enfriamiento y la agitacion del agua, esta última se vuelve á disolver de manera que al filtrar no se separa más que el carbonato de cal.

“2º Si los carbonatos de cal y de magnesia están asociados á una ó varias sales de magnesia y de cal, como sulfatos, nitratos ó clorhidratos, y en cantidad suficiente para que la cal predomine con relacion al ácido de los dos carbonatos, se verifica durante la ebullicion tal reparticion de los ácidos entre las bases, que el líquido se conduce como si todo el ácido carbónico que contiene estuviera combinado con la cal, de tal modo que la mitad de este ácido se desprende miéntras la otra mitad se precipita al estado de carbonato de cal y se encuentra en el líquido filtrado el sobrante de la cal y la totalidad de la magnesia combinadas con los ácidos sulfúrico, nítrico y clorhídrico.

“Esto supuesto, si en una agua cualquiera que contenga sales de cal y de magnesia se vierte oxalato de amoniaco en cantidad conveniente, toda la cal se precipita desde luego al estado de oxalato insoluble, y puede ser aislado por la filtracion, miéntras que la magnesia queda disuelta en oxalato amoniaco-magnesiano. El grado hidrotimétrico de esta disolucion representa la magnesia que contiene, y si se resta este grado de el del agua misma ántes de la precipitacion, la diferencia entre estos dos grados debe representar, á su vez, la cantidad total de la cal que existia en el agua examinada.

“Por otra parte, si se pone una nueva cantidad de esta agua á una ebullicion prolongada durante una media hora, si se completa su volúmen primitivo con agua destilada y si se filtra despues de haberla dejado enfriar, y despues de haberla agitado se separa el carbonato de cal que la ebullicion ha precipitado, su grado hidrotimétrico comparado con el que tenia ántes de la ebullicion, demuestra, por diferencia, la cantidad de carbonato de cal que el agua ha perdido.

“Así es que tomando:

1º El grado hidrotimétrico de una agua cualquiera;

2º El grado hidrotimétrico de esta misma agua precipitada por el oxalato de amoniaco y filtrada;

3º El grado de esta agua hervida durante 30 minutos, agitada y filtrada despues de su enfriamiento,

“Se puede conocer:

1º La categoría ó número de orden de esta agua en la escala hidrotimétrica;

2º La cantidad de jabon que neutraliza por litro;

3º La cantidad de cal que contiene;

4º La proporcion de magnesia;

5º La cantidad de carbonato de cal que se precipita durante una ebullicion prolongada.

“Todos estos datos se obtienen, como se ve, por medio de un solo reactivo, por procedimientos tan sencillos como rápidos en la ejecucion, y desde luego parecen suficientes para establecer el valor relativo de una agua cualquiera.

“Pero además de las materias fijas que existen en disolucion en las aguas dulces, se encuentra tambien un elemento gaseoso, el ácido carbónico libre que allí se encuentra constantemente asociado al aire atmosférico. Este gas no deja de tener influencia en la salubridad y en el valor agrícola é industrial de las aguas; su análisis no es, pues, completo, y no puede tocar su fin si no da á conocer la cantidad de ácido carbónico que contienen; pero tambien este dato se encuentra ordinariamente en el número de los resultados de un análisis completo. Se sabe cuán difícil es de obtener con precision y qué incertidumbre presentan los procedimientos de dosificacion directa del ácido carbónico libre, y qué divergencias existen en esta materia entre las observaciones de los químicos. Un medio de apreciar el ácido carbónico libre, seria, pues, una útil adquisicion para el estudio de las aguas, y daria á nuestro método un complemento necesario. El líquido hidrotimétrico puede servir tambien para este uso. El ácido carbónico, en efecto, descompone el jabon; el Dr. Clark lo ha hecho notar, y nosotros lo hemos rectificado por numerosos experimentos.